INSTITUTUL POLITEHNIC IAȘI
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII
CATEDRA DE CONSTRUCȚII

PROF. DR. ING. V. FOCȘA

clădiri civile

(PEREȚI, ALCĂTUIRE ȘI CALCUL)

IAȘI 1971

INSTITUTUL POLITEHNIC IASI

FACULTATEA DE CONSTRUCTII

Catedra de Construcţii

Prof.dr.ing.VIRGIL FOCSA

Cu prietenie, colaboratorului din catedră, Fov. St. ing. Horga C.

V. Focsa
18.09.1971

CLADIRI CIVILE

- PERETI, ALCATUIRE SI CALCUL -

1971

Scanned with OKEN Scanner

I N T R O D U C E R E

Noţiunea de perete avînd ca semnificaţie elementul vertical de construcţie, ce caracterizează delimitarea încăperilor unei clădiri în plan orizontal, evocă în accepţiunea curentă corespunzătoare materialelor şi sistemelor tradiţionale de construcţie, masivitate şi metode meşteşugăreşti. Greutatea de pînă la 1,0 tf/m^2 caracterizează peretele din zidărie de cărămidă, alături de un consum mare de manoperă şi procese umede pe şantier.

Caracteristica de permeabilitatea la aer şi vapori de apă a zidăriei de cărămidă conferă peretelui tradiţional calitatea de element "respirant", ce este esenţială în funcţionalitatea unei clădiri.

Cerinţele mari în direcţia investiţiilor în anii ce vor urma, implică orientarea hotărîtă a concepţiei pereţilor în direcţia industrializării acestor elemente de construcţie,care intervin cu o pondere mare, de cca. 30% în costul general al unei clădiri. Industrializarea pereţilor este bazată pe micşorarea greutăţii proprii a acestor elemente de construcţie, pe utilizarea materialelor uşoare în secţiuni compuse şi eliminarea finisajelor umede. Satisfacerea cerinţelor de portanţă,acţiunile climatice şi ale mediului interior, presupune o abordare complexă a alcătuirii şi proiectării pereţilor, pentru a satisface exigenţele variate de funcţionalitate. Alături de materiale curente cum ar fi betonul greu şi uşor se remarcă utilizarea la pereţi, pe scară din ce în ce mai largă a mate-

rialelor izolante termic şi acustic, de natură minerală şi organică, extinderea aluminiului, a sticlei, a materialelor plastice, a asbocimentului, a produselor de lemn ameliorat, a sticlei. In cazul pereţilor cortină, cu greutăţi de pînă la 20 kgf/m^2, funcţia de protecţie a încăperilor de acţiunea mediului înconjurător devine primordială, iar alcătuirea pereţilor trebuie subordonată unor condiţii noi legate în special de funcţia de respiraţie la aer şi vapori de apă. In cazul pereţilor etanşi la aer şi vapori de apă apare absolut necesară condiţionarea aerului interior. Adoptarea unor soluţii intermediare structurilor tradiţionale şi pereţii cortină implică şi măsuri adecvate care să se reflecte în alcătuirea şi execuţia pereţilor. Astfel structurile de pereţi, din beton şi materiale uşoare implică soluţionarea corectă din punct de vedere termic şi al aerisirii naturale pentru evitarea acumulării vaporilor de apă în structura pereţilor. Cerinţele de protecţie termică şi de comportare corespunzătoare la acţiunile mediului înconjurător, interior şi exterior, sînt esenţiale în legătură cu alcătuirea, proiectarea, execuţia şi exploatarea structurilor moderne de pereţi.

In această parte a cursului s-a dezvoltat problematica pereţilor ca elemente de construcţie, analizînd aceste struc-ri din punct de vedere al cerinţelor de portanţă, termic, acustic, cu aplicaţii numerice şi avînd în vedere cerinţele de imediată aplicare în condiţiile actuale din ţara noastră. In ce priveşte tratarea mai în detaliu a pereţilor cortină, considerăm că aceasta va face obiectul cursului de Clădiri speciale.

In forma de prezentare abordată, cursul se adresează studenţilor secţiei de Construcţii Civile şi Industriale,

doctoranzilor în Construcţii Civile şi inginerilor din unităţile de proiectare şi execuţie.

La aplicaţiile numerice de la acest capitol şi-au adus contribuţia asistenţii ing.Bliuc Irina şi ing.Ungureanu Mihai.

Iaşi, februarie 1971

Scanned with OKEN Scanner

P E R E T I

1. Consideraţii generale

Pereţii sînt elemente verticale ale clădirilor avînd funcţiunea principală de a delimita încăperile în plan orizontal. Conţinutul noţiunii de perete a evoluat în raport cu condiţiile materiale ale societăţii şi evoluţia materialelor de construcţie. Dezvoltarea tehnicii, cerinţele de confort pentru clădirile de locuit şi social-culturale şi cele tehnologice pentru construcţii industriale au determinat noi funcţiuni pentru aceste elemente de construcţie.

Nivelul forţelor de producţie a influenţat hotărîtor condiţiile tehnice referitoare la alcătuirea şi realizarea pereţilor. Primele materiale folosite la alcătuirea pereţilor au fost materialele naturale: pămîntul, lemnul, piatra. Argila a fost folosită iniţial ca umplutură între trunchiuri de copaci şi ulterior sub formă de blocuri.

Denumirea de perete, în acceptul actual al acestei noţiuni, corespunde construcţiilor din perioada sclavagistă şi evocă peretele masiv de zidărie portantă cu funcţiunea de delimitare a încăperilor şi de protecţie contra intemperiilor.

Istoricul peretelui, ca element de construcţie, este influenţat de evoluţia materialelor de construcţie şi în special a zidăriilor de piatră şi de cărămidă.

Pereţii primelor construcţii din zidărie de piatră aveau un caracter masiv, fără goluri, de exemplu la palatul

Karnak-Egipt construit în sec.XVI, înaintea e.n.

Unele tendinţe de umanizare a arhitecturii, la romani şi bizantini, au determinat apariţia pereţilor cu goluri. Apare necesitatea iluminării şi aerisirii încăperilor ceea ce conduce la precticarea golurilor în pereţi, iniţial avînd dimensiuni mici.

Din punct de vedere al sistemului constructiv se disting, încă de la primele construcţii, structuri cu ziduri portante şi structuri cu schelet de rezistenţă. O reducere a masivităţii pereţilor se realizează prin adoptarea sistemelor constructive cu pereţi transversali şi longitudinali, cu structură rigidă, la care rezemarea planşeelor masive din zidărie,pe două şi patru laturi, cu structuri din bolţi conduce la o schemă statică mai judicioasă. Această structură a fost utilizată din sec.XII pînă în sec.XIX şi se întîlneşte des la construcţiile din trecut.

O treaptă importantă în evoluţia concepţiei de alcătuire a pereţilor se obţine la construcţiile din arhitectura gotică. Scheletul peretelui constă dintr-un ansamblu de pilaştri şi contraforţi care preiau împingerile tavanelor boltite, la un nivel superior şi le transmit terenului de fundaţie. Acest sistem de construcţii aplicat prima dată la clădirea Notre Dame din Paris, în sec.XII, a fost utilizat ulterior la construcţii monumentale, pînă în secolul trecut.

Lemnul a fost utilizat iniţial la construcţii lacustre, ulterior la clădiri din bîrne şi în epoca feudală la construcţii cu schelet şi umplutură de lemn şi cărămizi. In prezent folosirea lemnului este dirijată în alte sectoare ale economiei naţionale.

Piatra, utilizată pe scară largă în trecut la alcătui-

rea pereţilor, poate fi folosită raţional acolo unde este material local şi prezintă calităţi termoizolante (de ex. calcarul cochilifer, tuf uşor).

Cărămida, întîlnită în practica construcţiilor de pereţi cu cel puţin 6000 ani în e.n. reprezintă şi azi un material de bază în construcţii. Se remarcă orientarea în direcţia folosirii produselor ceramice cu goluri (eficiente), la sisteme constructive industrializate(panouri mari de zidărie vibrată).

O tendinţă actuală în evoluţia pereţilor o constituie folosirea intensivă a betonului greu în structuri neomogene, în mai multe straturi cu materiale termoizolante, bazate pe industrializare (panouri mari, structuri fagure, elemente spaţiale).

La clădirile cu aer condiţionat se pot utiliza pereţi metalici termoizolanţi, etanşi la aer şi vapori de apă sub formă de elemente prefabricate de faţadă uşoare, cunoscute sub denumirea pereţi cortină.

In afară de materialele ceramice, a căror utilizare în sisteme industriale este justificată de caracteristicile,favorabile din punct de vedere funcţional şi arhitectonic,asistăm la o introducere din ce în ce mai largă a betonului portant termoizolant, a betonului greu asociat cu materiale uşoare termoizolante (beton celular, beton de granulit, vată minerală, polistiren), a aluminiului, a sticlei, a maselor plastice, materiale care conduc la noi direcţii în dezvoltarea de viitor a acestor elemente de construcţii. Rezolvarea concepţiei constructive a noilor tipuri de pereţi uşori, pe principiile actuale ale fizicii contradicţiilor se impune ca o orientare necesară în evoluţia proiectării şi executării

clădirilor.

2. Condiţiile pereţilor

In raport cu rolul, poziţia şi destinaţia lor, pereţii trebuie să satisfacă următoarele condiţii:

- să prezinte capacitate portantă corespunzătoare la solicitările ce le revin din greutatea lor proprie, a planşeelor şi acoperişului, din sarcinile utile în funcţie de destinaţie, din acţiunea vîntului şi a oscilaţiilor seismice, la solicitările din acţiuni fizice (contracţie, tasare, variaţie de temperatură);

- izolarea termică în raport cu climatul şi destinaţia încăperilor;

- izolare acustică la zgomotul din exterior şi interior;

- rezistenţă la acţiunea apei higroscopice, a apei din condens, a apei tehnologice şi a apei din precipitaţii;

- rezistenţă la acţiuni chimice în cazul elementelor supuse la coroziune;

- să prezinte parament estetic;

- să reziste la foc;

- să reziste la acţiuni mecanice şi la insolaţie;

- să nu permită încuibarea insectelor;

- să se întreţină uşor;

- să fie economici ca investiţie iniţială şi sub aspectul costurilor de întreţinere în exploatare.

3. Acţiunile exterioare asupra pereţilor

Sub acţiunea factorilor exteriori, pereţii pot fi supuşi la deformaţii (fenomene de natură fizică) şi la degradări (fenomene de natură chimică), care condiţionează durabilitatea lor.

3.1. Acţiuni fizice

- Deformaţiile verticale Δh, ale pereţilor, fig.1 se datoresc acţiunii forţelor utile şi accidentele verticale şi din greutatea proprie. In raport cu proprietăţile specifice ale materialelor componente, deformaţiile pot fi elastice(reversibile) sau de natură plastică (ireversibile). Datorită modulului elastico-plastice, de valoare relativă mică, deformaţiile zidăriei sînt mai mari decît ale oţelului, betonului şi betonului armat, aspect de care trebuie să se ţină seamă la proiectare.

- Tasarea zidăriei, fenomen fizic în direcţie verticală, Δh, fig.2 este determinată de proprietăţile elastico-plastice ale materialului. Fenomenul este sensibil la zidării tradiţionale, în special în cazul utilizării mortarului de var. Dacă

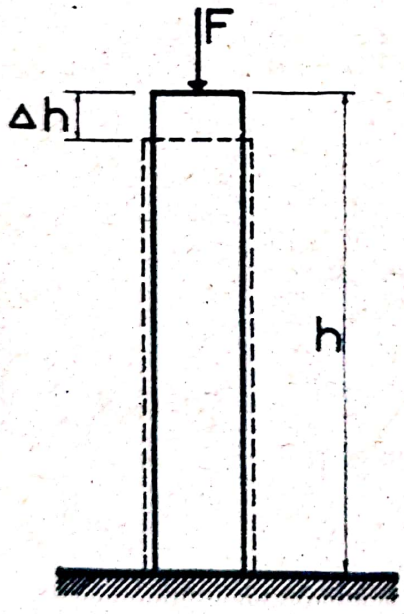


Fig.1
Deformarea pereţilor la compresiune

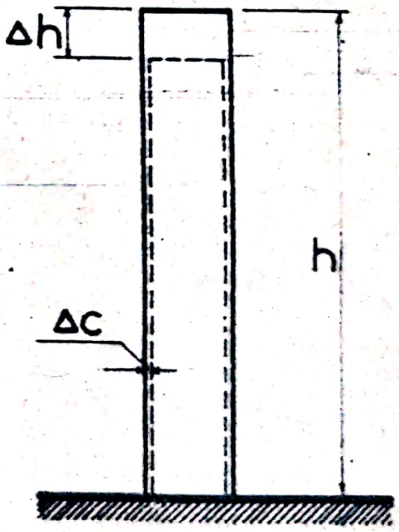


Fig.2
Tasarea şi contracţia zidăriei

tasarea este uniformă nu rezultă dificultăţi în exploatarea clădirilor. La tasări neuniforme se pot produce fisuri în masa zidăriilor.

In cazul terenurilor susceptibile la tasări neuniforme se prevăd în pereţi rosturi de tasare, care trec şi prin fundaţii. In direcţie orizontală, fenomenul de tasare este însoţit de contracţie Δc, care depinde de natura materialului, structura acestuia, umiditatea iniţială, condiţiile de formare a structurii şi de uscare.

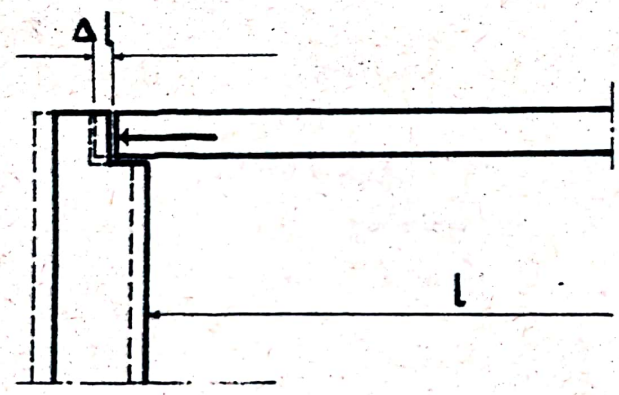


Fig.3

– Dilatarea grinzilor de planşeu

- Dilatarea termică intervine la grinzi metalice şi de beton armat, fig.3, sub acţiunea temperaturii, în cazul de incendii provocînd împingeri în pereţi şi solicitări de încovoiere la care se comportă defavorabil. Fenomenul este actual la acoperişuri terase pentru ultimul etaj al clădirilor sub influenţa radiaţiei solare. Alungirea datorită variaţiei temperaturii, fig.4, se poate calcula cu expresia (1):

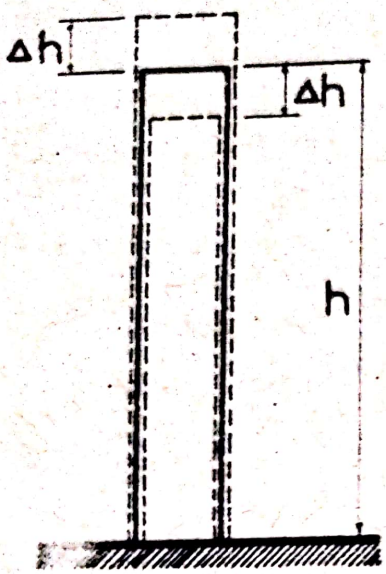


Fig.4

Deformarea pereţilor datorită variaţiei de temperatură

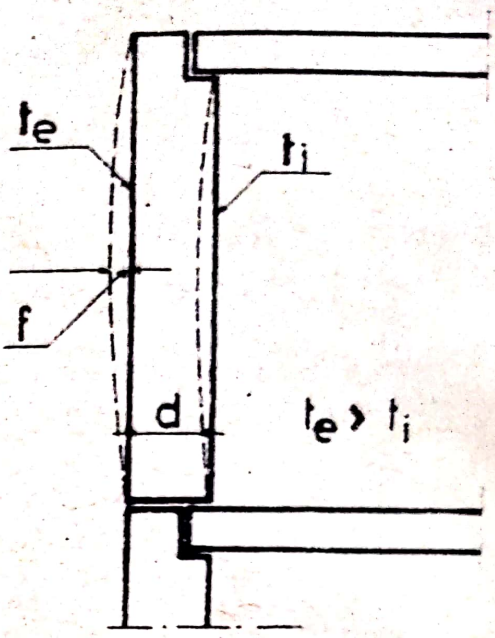


Fig.5

Incovoierea peretelui sub acţiunea radiaţiei solare

$$\Delta h = h . \alpha_t . \Delta t \qquad (1)$$

Δh - alungirea, în m sau mm;

h - lungimea elementului, în m sau mm;

α_t - coeficient de dilatare, în mm sau mm/°C ;

Δt - diferenţa de temperatură.

Zidăria de cărămidă este relativ puţin sensibilă la diferenţe mici de temperatură. Pe faţadele însorite, acţiunea producînd încălzirea stratului de tencuială, poate determina desfacerea acesteia datorită încovoierii produsă asupra peretelui, fig.5, sub acţiunea diferenţei de temperatură de pe cele două suprafeţe, ($t_e > t_i$).

Fenomenul prezintă importanţă deosebită la structuri rigide de pereţi din beton armat, la pereţi cortină.

Relaţia pentru calculul momentului din temperatură în cazul unui element cu structură continuă, este:

$$M_t = \frac{E.I\,\alpha_t.\,\Delta t}{d} \qquad (2)$$

în care:

- E, modulul de elasticitate, în kg/cm^2;
- I, momentul de inerţie, în cm^4;
- α_t, coeficientul de dilataţie, în $cm/^oC$;
- Δt, $= t_e - t_i$ diferenţa de temperatură care se ia în considerare pentru valori mai mari de 20^oC ;
- d, grosimea elementului.

La deformaţii mari din variaţii de temperatură apar necesare rosturi de dilataţie şi contracţie care depind de natura materialelor, de sistemul constructiv, de condiţiile climatice, de condiţiile şi modul de exploatare, de tehnologia de execuţie.

- Umflarea şi contracţia este o altă acţiune fizică a materialelor datorită variaţiilor de umiditate ale pereţilor. Condiţiile climatice influenţează distanţa între rosturi şi grosimea acestora. Astfel, în climat uscat, grosimea rosturilor se recomandă 25 mm şi în climat umed 50 mm.

3.2. <u>Acţiuni chimice</u>

Sub acţiunea agenţilor exteriori asupra materialelor de construcţie din care sînt alcătuiţi pereţii au loc fenomene de alterare a mineralelor constituiente, din care menţionăm fenomenele mai importante:

- Dizolvarea mineralelor, ce poate fi parţială şi la unele materiale (ipsos) totală. Dizolvarea se poate produce sub acţiunea apelor pure sau agresive. CO_2 conţinut în apă poate să acţioneze ca dizolvant.

- Instabilitatea chimică a mineralelor, care intervine la unele pietre naturale sub acţiunea magneziei libere şi a aluminatului bicalcic din ciment.

- Efecte expansive ale cimentului, ce pot apare dacă cimentul conţine magnezie peste 1% sau CO liber mai mult de 1%.

- Sulfatarea materialelor, ce se datoreşte acţiunii sulfului din sulfuri şi acizi produse din fumul industrial. Conţinutul în SO_3 total nu trebuie să depăşească 0,5% pentru a se evita fenomenul de sulfatare.

- Nitrificarea ce se datoreşte bacteriilor şi intervine la mortare de ipsos, pămînt, piatră.

- Coroziunea marină, care se datoreşte sulfatării sub acţiunea apei de mare.

- Efloresceţele, ce constau din săruri solubile depuse pe elemente şi se datoresc sulfatării. Se evită prin limitarea conţinutului în săruri solubile din cărămizi, nisip, ciment şi apa folosite în construcţii. Pentru evitarea sărurilor solubile din cărămizi ceramice este necesară arderea lor la temperaturi peste 900° .

- Decolorarea mineralelor, ce se datoreşte acţiunii razelor ultraviolete ale luminii solare şi a modificării umidităţii materialelor şi elementelor de construcţie, în explostare, sub influenţa complexă a factorilor climatici exteriori.

4. Clasificarea pereţilor

Funcţiunile principale ale pereţilor ca elemente de construcţie sînt determinate de următorii factori:

- sistemul constructiv al clădirii;
- structura de rezistenţă;
- destinaţia construcţiei;

- condiţiile de exploatare;
- condiţiile de climat interior şi exterior.

La clădiri cu structură de rezistenţă din ziduri portante, pereţii formează elementele de bază ale sistemului constructiv. Pereţii portanţi sînt supuşi în mod obişnuit la acţiunea sarcinilor verticale. La anumite construcţii, cum ar fi silozuri, magazii, sarcinile de bază sînt cele orizontale. Pereţii de subsol şi demisol sînt supuşi acţiunii împingerii pămîntului. Alcătuirea generală a pereţilor şi alegerea materialelor folosite vor depinde, în asemenea cazuri de criteriul de rezistenţă a materialelor şi elementului de construcţie.

La construcţii civile, social-culturale şi la unele construcţii industriale, pereţii trebuie să asigure şi izolarea din punct de vedere termic şi acustic, impermeabilitatea la vapori de apă, evitarea condensului şi inerţia termică, în special la clădiri cu regim intermitent de încălzire şi la variaţiile climatice determinate de climatul temperat continental al ţării noastre. La unele construcţii industriale, pereţii trebuie să reziste în mod deosebit şi la acţiunea focului şi în acest caz implică folosirea materialelor incombustibile.

La construcţiile cu unele procese tehnologice speciale, pereţii trebuie să reziste la acţiunea mediilor agresive şi la acţiunea permanentă a umidităţii. Materialele folosite la aceste tipuri de pereţi trebuie să reziste la acţiunea corozivă directă sau a vaporilor nocivi din atmosferă.

In condiţii climatice cu umiditate ridicată, pereţii trebuie să reziste la acţiunea apei. In condiţiile climatice specifice ţării noastre, materialele utilizate la alcătuirea pereţilor trebuie să reziste la îngheţ şi dezgheţ succesiv, la acţiunea soarelui şi a solicitărilor de natură seismică.

Avînd în vedere funcţiunile multiple ale pereţilor ca elemente de construcţie, materialele folosite şi condiţiile tehnologice de execuţie, pereţii se pot clasifica din următoarele considerente:

4.1. <u>După natura materialului folosit</u>

a. <u>Pereţi de pămînt</u>

Se foloseşte pămînt natural cu procent de argilă 15%... 30%, cu adaosuri de fibre organice (paie), pămînt degresat sau amestecat cu argilă, ameliorat sau stabilizat cu var, ciment, emulsii bituminoase. Pereţii se realizează din chirpici sau blocuri, prin turnare, monolit în cofraje demontabile, sub formă de vălătuci pe schelet de nuiele sau şipci, sau sub formă de bulgărit adică din amestec de pămînt şi adaosuri îndesate între doi pereţi de nuiele sau şipci.

b. <u>Pereţi din piatră naturală</u>, obişnuit calcar cochilifer, tuf vulcanic, calcar colitic, travertin, şi în general, roci sedimentare sub formă de zidărie de piatră brută, moloane, zidărie în mozaic sau piatră de talie.

c. <u>Pereţi de piatră artificială</u>, după modul de obţinere a pietrei artificiale, se disting:

- Pereţi din materiale arse sub formă de cărămizi obişnuite, cărămizi eficiente (cu găuri verticale), blocuri ceramice, dispuse în asize regulate şi legate cu mortar sau cu legături mixte (mortar şi armături);

- Pereţi din materiale sub formă de betoane obţinute din agregate de natură, formă şi greutăţi volumetrice diferite, liant şi apă. Agregatul poate fi piatra obişnuită de carieră (piatră concasată) sau de rîu (balast, bolovani), piatră uşoară, zgură de locomotivă, furnal sau termocentrală, steril

din halde miniere şi carbonifere, argilă expandată (granulit), deşeuri ceramice de cărămizi sau ţiglă, piatră uşoară naturală ponce, tuf, diatomit, scorie vulcanică şi nisip.

Liantul poate fi: ciment, var, ipsos, argilă, bitum, polimer sau mixt.

Pereţii din betoane se pot realiza din elemente prefabricate sub formă de plăci, blocuri mici, blocuri mari, panouri mari, elemente spaţiale sau monolit prin turnare în cofraje de inventar, în cofraje glisante, în cofraje plane sau spaţiale.

d. Pereţi mixti, se realizează din două, sau mai multe materiale, sub formă de elemente prefabricate mici, panouri mari sau ca structuri monolite cum sînt: pereţi din cărămidă şi beton, piatră şi cărămidă, piatră naturală şi beton, beton şi vată minerală, sau polietiren exprudat, beton greu şi plăci termoizolante din beton uşor (granulit, fibrobeton, beton spongios) etc.

e. Pereţi uşori, ce se realizează din materiale:

- de natură minerală, sub formă de betoane uşoare (poroase sau spongioase), betoane cu agregate uşoare, betoane celulare, betoane cu goluri, betoane de zgură naturală, betoane de granulit, betoane de zgură expandată, betoane cu agregat de tuf uşor, betoane de scorie vulcanică etc.;

- de natură organică, pentru încăperi cu umiditate sub 50%-60%, din materialele: fibrolit (ipsos + rumeguş), stabilit (talaş de lemn şi ciment), stufit, plută, mase plastice etc.

4.2. După rolul în construcţie

a. Pereţi de rezistenţă sau portanţi, care în afară de greutatea lor proprie preiau solicitări din acţiunea sarcinilor utile şi accidentale transmise de planşee şi acoperiş, pre-

cum şi din acţiunea directă şi indirectă a vîntului şi a sarcinilor seismice.

b. Pereţi de umplutură sau autoportanţi, ce intervin la construcţii cu structură de rezistenţă din cadre, în care caz peretele este portant la greutatea lui proprie, pe înălţimea unui etaj, fig.6.

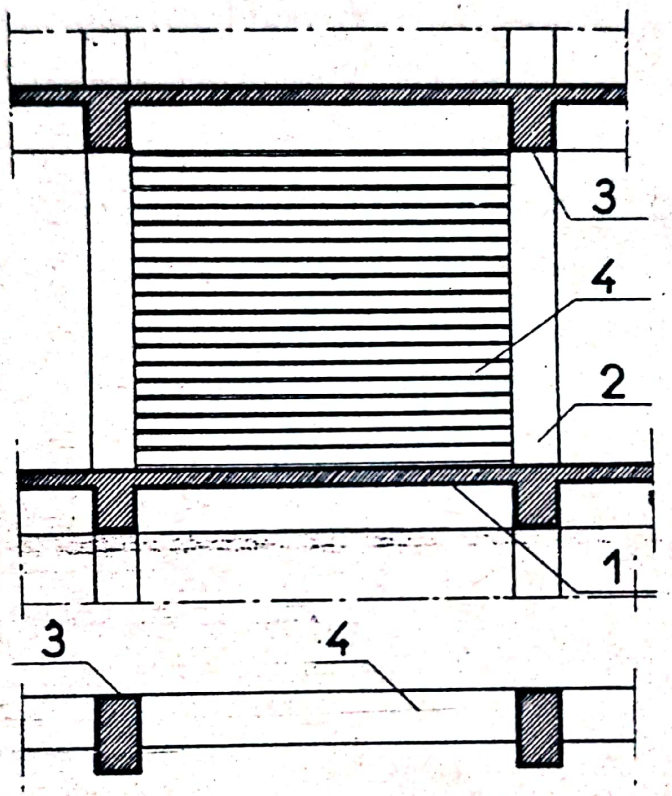


Fig.6

Perete de umplutură la construcţii cu schelet de rezistenţă. 1.placă 2.stîlp 3.grindă 4. perete de umplutură

Funcţiunea principală a acestor pereţi este de a delimita încăperile, de a asigura izolarea termică şi acustică.

Modul de dispoziţie a peretelui faţă de scheletul de rezistenţă, din cadre metalice sau de beton armat, poate fi:

- exterior scheletului, fig.7 a;
- cu stîlpii parţial înglobaţi în zidărie, fig. 7 b;
- în planul scheletului de rezistenţă, fig.7 c.

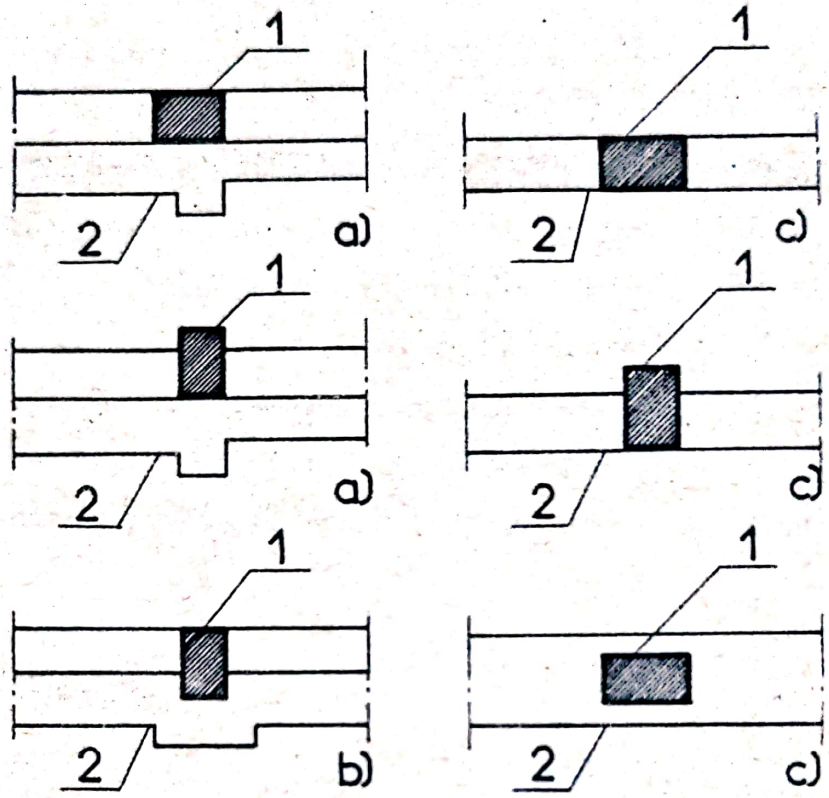


Fig.7

Dispoziţia pereţilor faţă de schelet.

1.stîlp de beton armat

2.zidărie de cărămidă

Sarcinile din planşee şi acoperiş sînt preluate de scheletul de rezistenţă. Peretele este autoportant la sarcinile din greutatea sa proprie, pe înălţimea unui etaj sau pe toată înălţimea construcţiei. Pentru a asigura conlucrarea între scheletul de rezistenţă şi pereţii de umplutură se folosesc legături articulate metalice.

La unele construcţii cu cerinţe de iluminare naturală

maximă, peretele exterior se poate alcătui din ferestre de suprafaţă mare, cu sau fără parapet.

Rezemarea se asigură prin console obţinute prin prelungirea riglelor cadrelor, fig.8. Peretele autoportant şi scheletul de rezistenţă conlucrează prin legături articulate care să permită mişcările relative între perete şi schelet şi să reziste la eforturile locale de întindere, forfecare şi încovoiere ce intervin.

c. Pereţi despărţitori, autoportanţi.

Sînt elemente portante la sarcinile din greutatea lor proprie şi intervin pentru delimitarea încăperilor de dimensiuni mici la construcţii cu ziduri portante, fig.9 a, cu schelet de rezistenţă, fig.9 b.

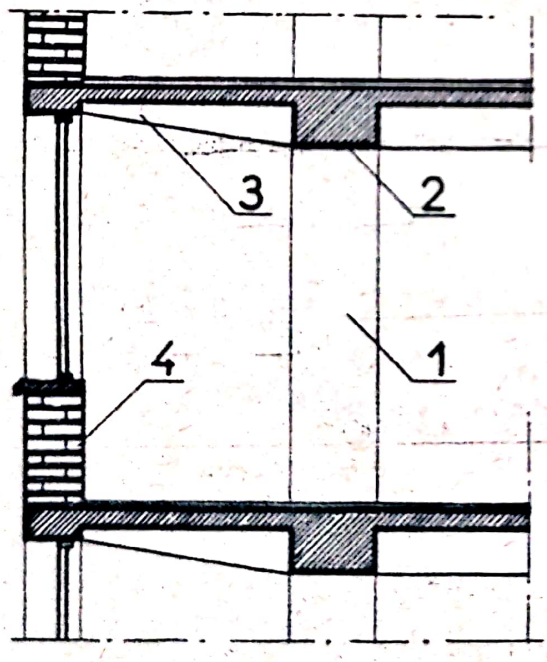


Fig.8

Pereţi de umplutură pe console la construcţii cu schelet de rezistenţă. 1.stîlp 2.rigla 3. consola 4.perete de umplutură

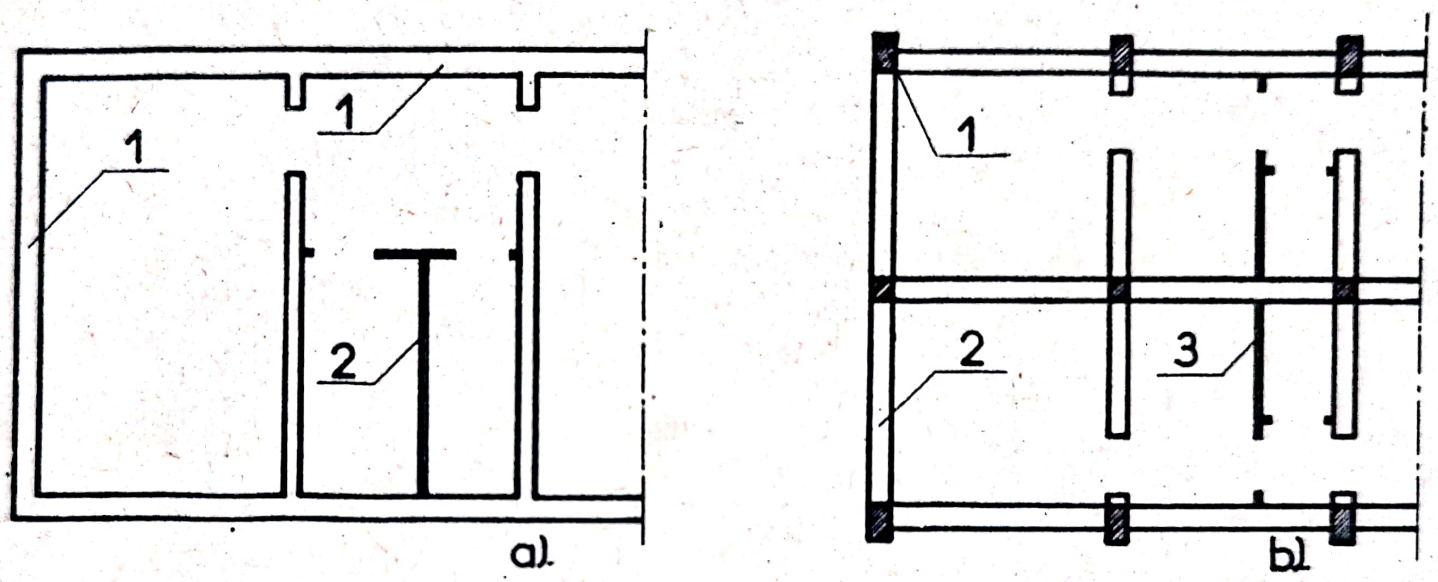


Fig.9. Pereţi despărţitori

a) construcţii cu pereţi portanţi.

1. perete portant
2. perete autoportant

b) construcţii cu schelet

1. stîlp
2. perete de umplutură
3. perete auteportant

Scanned with OKEN Scanner

4.3. <u>După poziţia şi funcţiunea pereţilor în clădire</u> se disting:

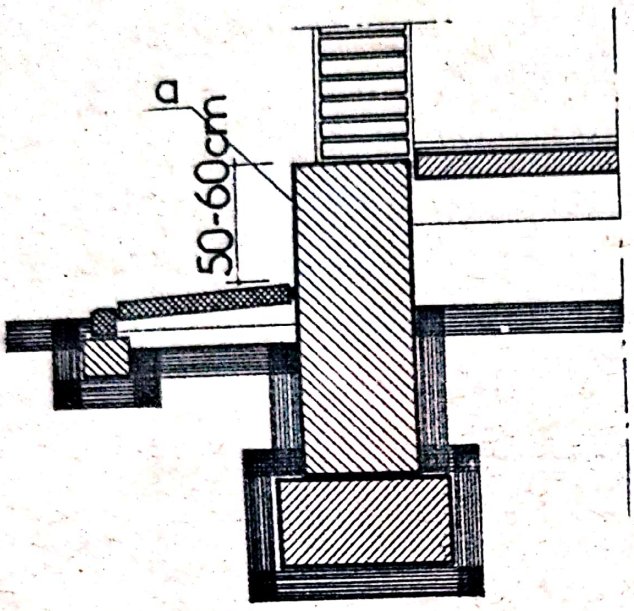


Fig.10. Perete de soclu (a)

a. Perete de soclu, porţiunea de perete de la baza clădirii, care depăşeşte nivelul trotuarului cu 0,5...0,6 m, fig.10.

b. Perete de subsol, porţiunea de perete aflată sub nivelul terenului natural, avînd una din feţe degajată de pămînt, fig.11.

c. Perete de elevaţie, ce caracterizează partea de construcţie de deasupra nivelului terenului natural. Peretele de elevaţie în raport cu poziţia şi rolul său în construcţii poate fi: de faţa-

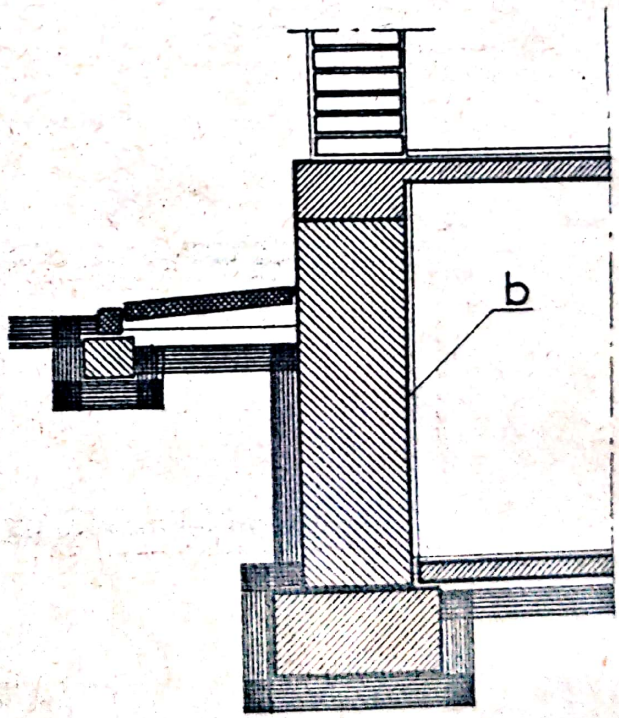


Fig.11. Perete de subsol (b)

dă, exterior, longitudinal, transversal, de capăt, calcan, de casa scării, fig. 12.

Porţiunea de zidărie de deasupra planşeului ultimului etaj, avînd rolul de a proteja construcţia de intemperii şi

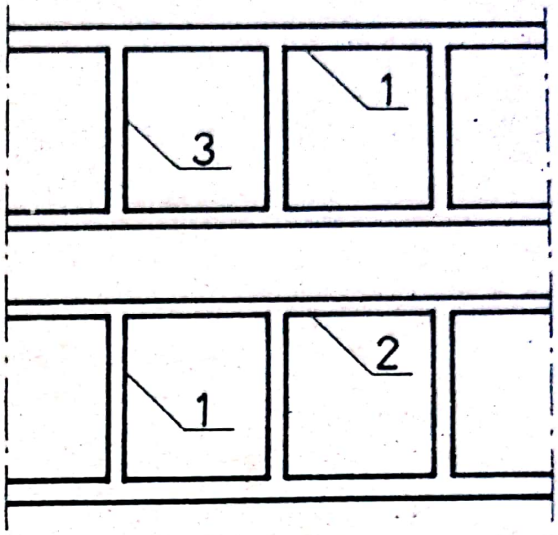


Fig.12. Pereţi de elevaţie (dispoziţia în plan)

1. perete longitudinal exterior
2. perete longitudinal interior
3. perete transversal

funcţiune arhitectonică se numeşte atic, fig.13, avînd partea superioară de protecţie denumită copertină. Timpanele sînt porţiuni de ziduri care completează părţile triunghiulare ale pereţilor frontali ai clădirilor, fig.14.

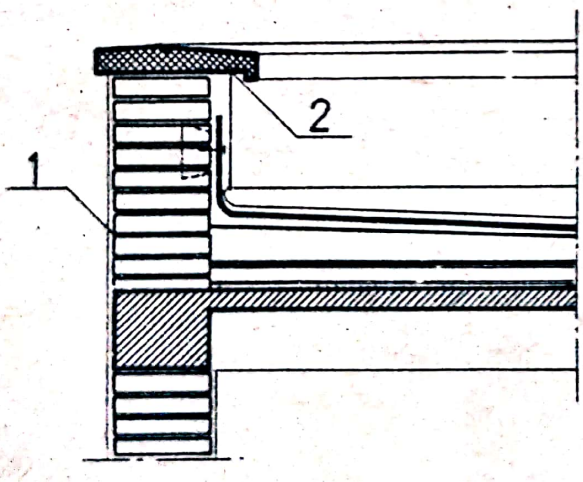


Fig.13. Atic 1. perete
2. coopertina

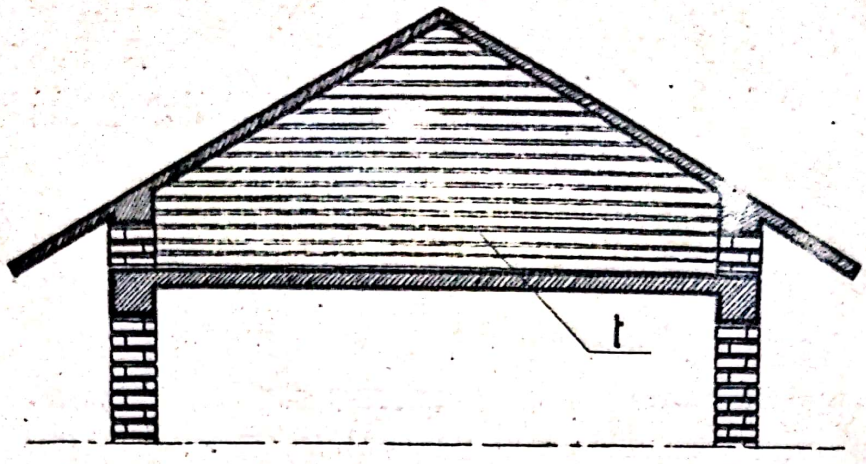


Fig.14. Timpan (t)

4.4. <u>După sistemul constructiv şi condiţiile de industrializare</u>

Se disting următoarele sisteme de pereţi:

- Pereţi de zidărie din cărămizi legate cu mortar şi în unele cazuri cu armături metalice dispuse în rosturile orizontale sau normal pe rosturi. Sistemul de bază de legătură se obţine prin ţeserea cărămizilor în asize, fig.15.

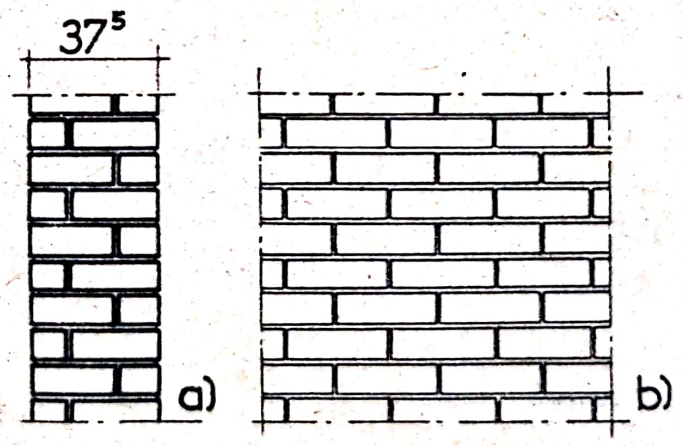


Fig.15. Perete din zidărie de cărămizi

a) secţie

b) elevaţie

- Pereţi de zidărie din blocuri, ce pot fi ceramice sau de beton, pline sau cu găuri, cu structură compactă sau spongioasă, fig.16.

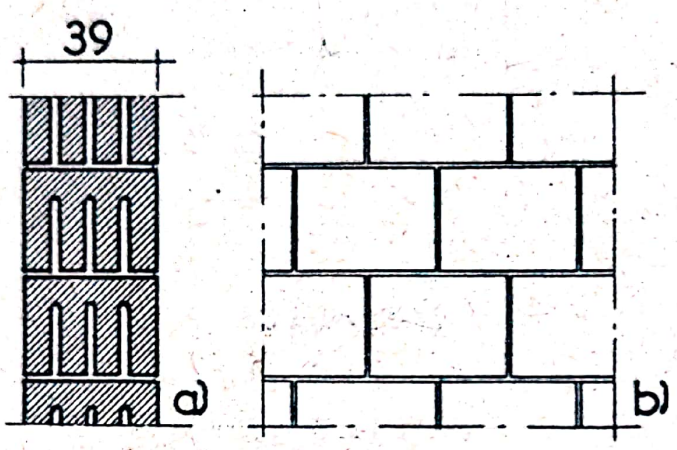


Fig.16. Perete din zidărie de blocuri mici a) secţie
b) elevaţie

- Pereţi de zidărie din blocuri mari alcătuiţi din elemente avînd volumul echivalent cu 500-1000 cărămizi şi realizaţi din beton de greutate volumetrică mijlocie ($\rho_{s.a.}$ = 1700-1900 kg/m^3), fig.17.

- Pereţi din panouri mari alcătuiţi din elemente avînd dimensiunile egale cu ale încăperilor, fig.18.

- Elemente spaţiale, avînd dimensiunile încăperilor şi fiind alcătuite, din pereţi şi planşee monolite spaţiale, fig.19, sau prefabricate preasamblate.

- Pereţi din beton monolit realizaţi din beton turnat în cofraj de inventar demontabil,cu cofraje plane sau spaţiale, în confraje glisante, cu structură neomogenă, în 3 straturi din care stratul din mijloc termoizolant, fig.20.

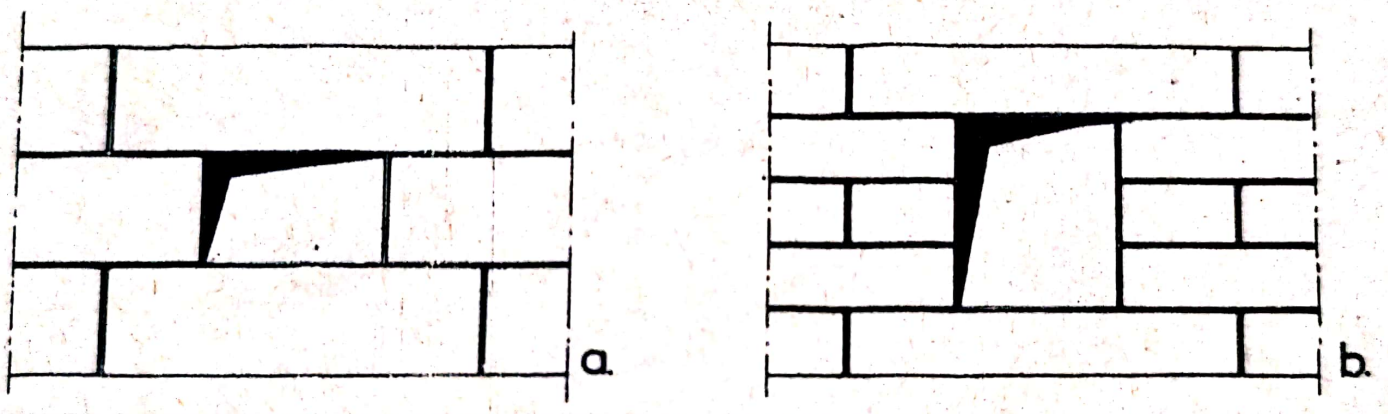


Fig.17

Pereţi din bloouri mari: a) în 2 asize

b) în 4 asize

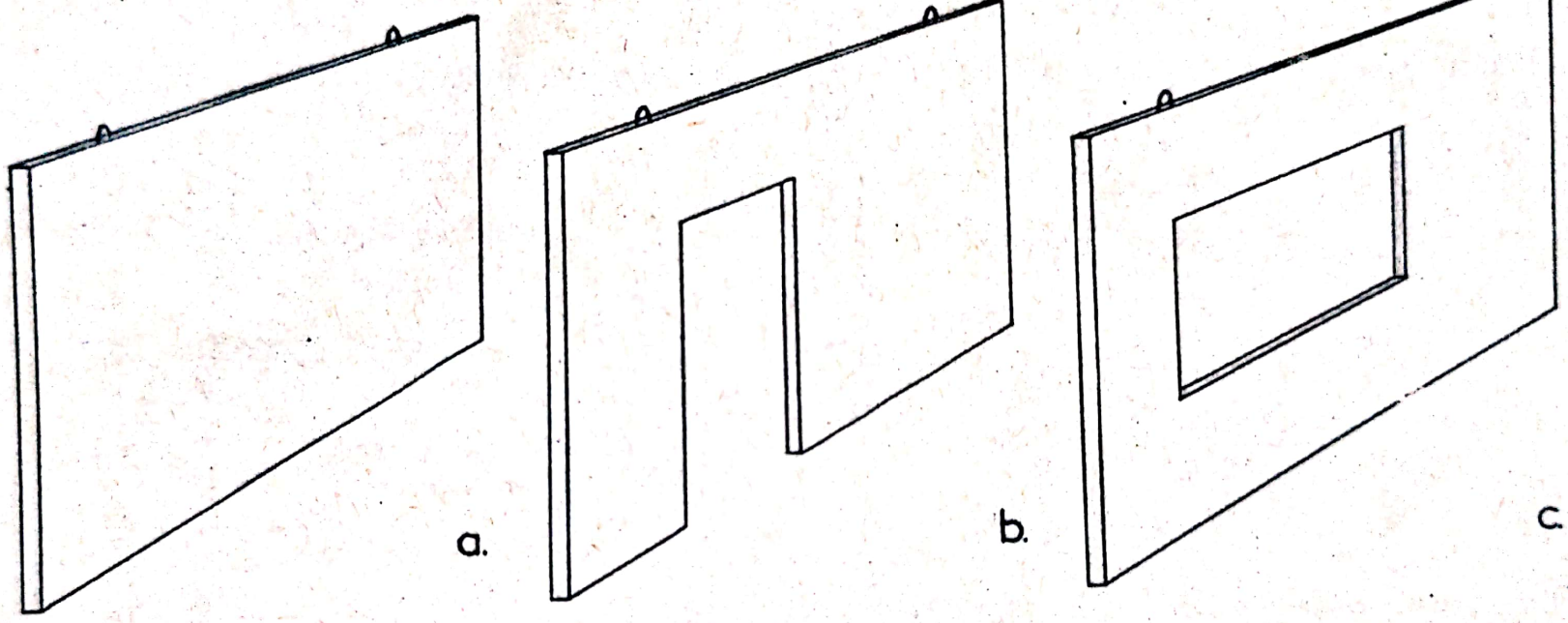
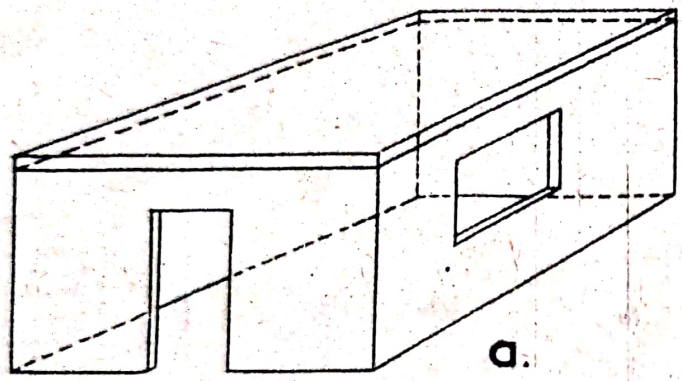


Fig.18. Pereţi din panouri mari: a) panou interior fără goluri
b) panou interior cu gol de uşă
c) panou exterior cu gol de fereastră

Scanned with OKEN Scanner



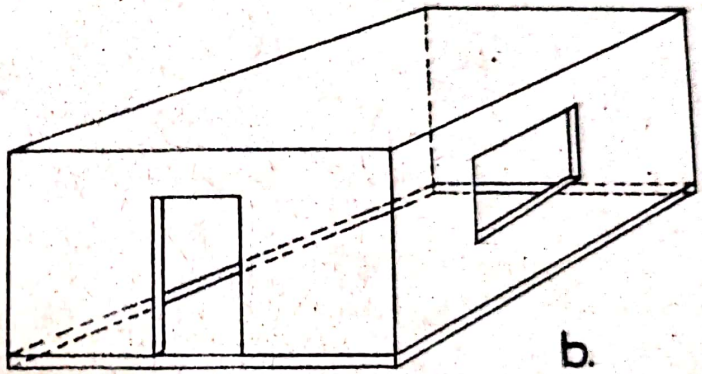
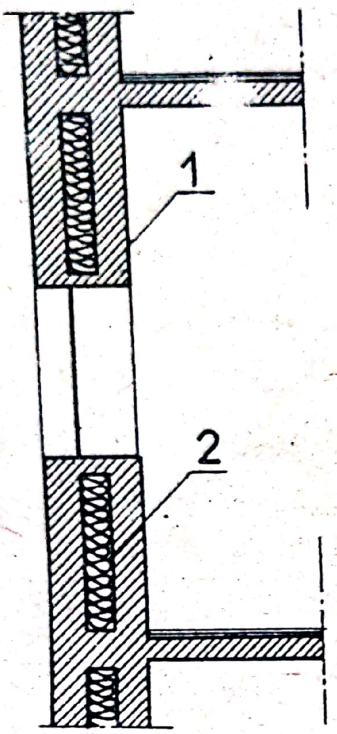


Fig.19. Elemente spațiale: a) element tip cutie

b) element tip pahar



Planşeul se poate realiza din beton armat monolit sau din elemente prefabricate sub formă de panouri mari.

Indice maxim de industrializare se poate obţine prin liftarea unor structuri de pereţi asamblaţi sub formă de apartamente sau etaje întregi, fig.21.

Fig.20. Pereţi din beton armat monolit 1. beton armat
2. termoizolaţie

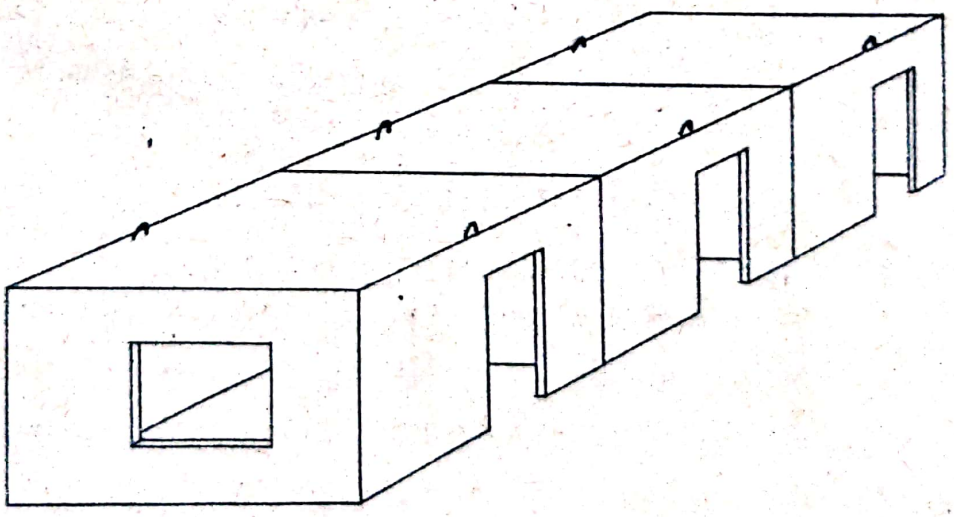


Fig.21. Element spaţial avînd dimensiunile unui apartament

Scanned with OKEN Scanner

5. Structuri de pereţi

5.1. Pereţi din zidării ceramice

Se realizează din cărămizi ceramice pline sau cu găuri (obişnuit verticale), cu structură compactă, spongioasă sau celulară. La clădirile cu condiţii de izolare termică pereţii exteriori prezintă cerinţe specifice din punct de vedere higrotermic. La clădirile de locuit de exemplu, pierderile de căldură prin pereţii exteriori reprezintă 50%, spre deosebire de pereţii clădirilor industriale la care pierderile de căldură prin pereţii exteriori, faţă de ansamblul clădirii, reprezintă numai 10%...15%.

Rezistenţa termică relativ mare, capacitatea mare de acumulare termică şi de amortizare a umidităţii sînt calităţi importante ale pereţilor din materiale ceramice. Avînd în vedere omogenitatea fizică a pereţilor ceramici, care se reflectă favorabil în ce priveşte omogenitatea în comportarea lor termică, rezultă interesul practic faţă de acest material tradiţional de construcţie. Greutatea relativ mare pe m^2 a pereţilor şi industrializarea redusă a acestor structuri tradiţionale a condus la folosirea materialelor ceramice eficiente, cu 15%...45% găuri verticale, sub formă de panouri mari.

Pereţii din cărămizi ceramice, după greutatea specifică aparentă, se pot clasifica astfel:

a. Pereţi din zidărie cu cărămizi pline (tip C_3), avînd $\rho_{s.a.} = 1800$ kg/m^3, $\lambda = 0,81$ W/m.°C şi rezistenţa termică, $R_{ef} = 0,61$ m^2 °C/W, la grosimea de 36,5 cm, conform relaţiei (3)

$$R_{ef} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,12 + \frac{0,365}{0,810} + 0,04 = 0,61 \text{ m}^2\,^{\circ}\text{C/W} \quad (3)$$

b. Pereţi din zidărie cu cărămizi cu găuri verticale (15% tip C_2) avînd $\rho_{s.a.}$ = 1450 kg/m^3, λ = 0,66 W/m.°C şi rezistenţă termică R_{ef} = 0,71 m^2 °C/W, grosimea de 36,5 cm.

c. Pereţi din zidărie cu cărămizi cu găuri verticale (30% tip C_1) cu $\rho_{s.a.}$ = 1350 kg/m^3, λ = 0,58 W/m °C şi rezistenţa termică efectivă, R_{ef} = 0,67 m^2 °C/W, pentru 29 cm grosime.

d. Pereţi din zidărie de blocuri ceramice, cu $\rho_{s.a.}$ = 1300 kg/m^3, λ = 0,51 W/m°C şi R_{ef} = 0,62 m^2 °C/W, la 24 cm grosime.

Grosimea pereţilor exteriori depinde şi de condiţiile de portanţă, în raport cu sistemul constructiv (clădiri cu ziduri portante şi clădiri cu schelet de rezistenţă), în funcţie de poziţia şi rolul peretelui în construcţii (exterior, interior) şi în raport cu numărul de nivele ale construcţiei.

Se disting astfel următoarele tipuri de pereţi portanţi:

- pereţi de 50 cm, 37,5 cm şi 25 cm din zidării ceramice din cărămizi pline tip C_3 (fig.22);

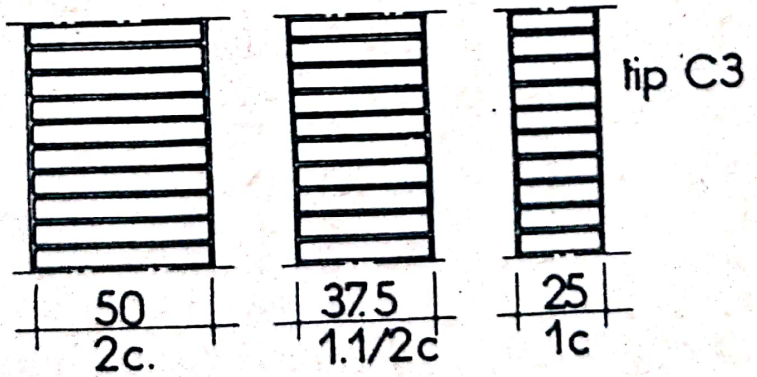


Fig.22. Pereţi portanţi din cărămizi pline

- pereţi de 44 cm şi 29 cm din zidării ceramice din cărămizi cu 15% volum găuri (tip C_2) şi 30% (tip C_1) volum găuri verticale (fig.23);

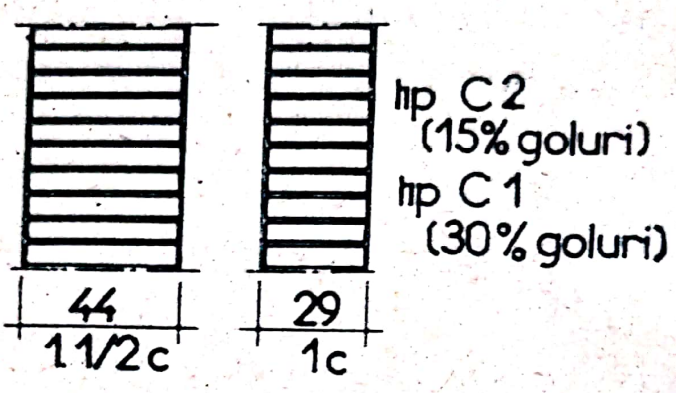


Fig.23. Pereţi portanţi din cărămizi cu goluri verticale

Ca tipuri de pereţi despărţitori autoportanţi din zidării ceramice din cărămizi pline şi cu găuri verticale menţionăm (fig.24), pereţii din zidărie ceramică cu cărămizi C_1, C_2 sau C_3 de grosime 12,5 cm, 14 cm, 7 şi 8,8 cm.

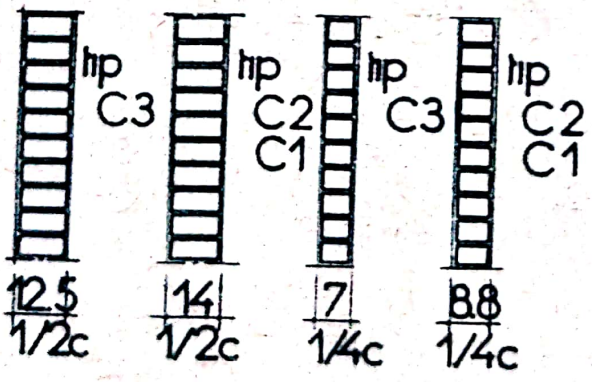


Fig.24. Pereţi autoportanţi despărţitori din cărămizi pline şi cărămizi cu goluri verticale

In raport cu cerinţele de portanţă şi condiţiile de seismicitate ale regiunii în care se amplasează construcţia se pot adopta sistemele constructive indicate mai jos în ce priveşte structura de rezistenţă.

A. <u>Clădiri cu ziduri portante</u>

<u>Structuri cu pereţi portanţi transversali</u> (fig.25).

Prezintă rigiditate mare la forţe paralele cu latura scurtă a clădirii. Planşeele reazemă pe pereţii transversali ceea ce limitează posibilităţile de modificări funcţionale ulterioare. Sînt indicate în regiuni seismice.

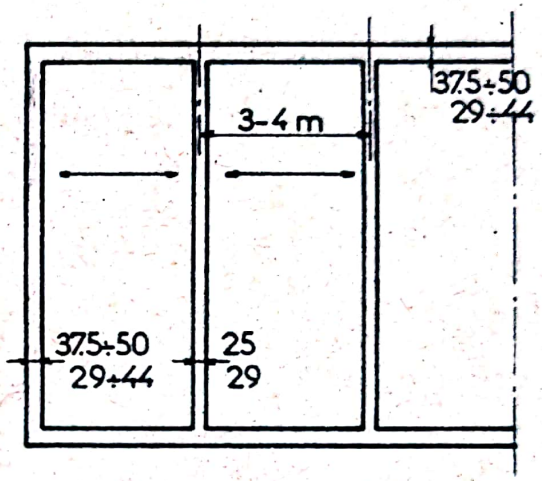


Fig.25. Clădiri cu ziduri portante transversale

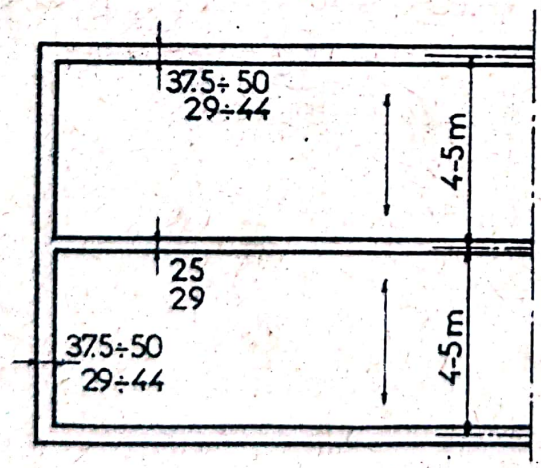


Fig.26. Clădiri cu ziduri portante longitudinale

<u>Structuri cu pereţi longitudinali</u>

(fig.26)

Prezintă rigiditate redusă la forţe orinzontale acţionînd după direcţia transversală. Se subliniază avantajul mobilităţii în concepţia funcţională şi

posibilitățile de modificări ulterioare ale dimensiunilor încăperilor. Nu sînt indicate în regiuni seismice.

Structuri cu pereți portanți transversali și longitudinali (fig.27).

Prezintă rigiditate maximă după direcțiile transversală și longitudinală. Rezemarea planșeelor se face pe pereții transversali și longitudinali. Modificările ulterioare de funcțional prezintă dificultăți. Pereții interiori se fac de o cărămidă grosime și pereții exteriori de o cărămidă, o cărămidă și jumătate sau două cărămizi, după cerințele de izolare termică și portantă.

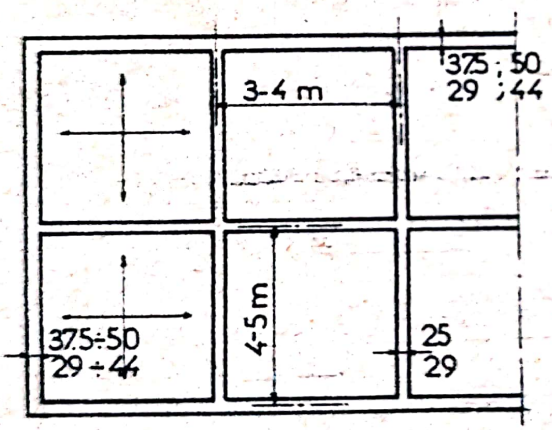
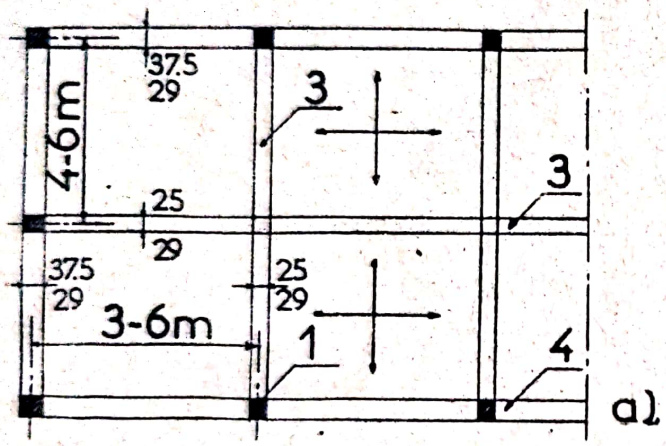


Fig.27. Clădiri cu ziduri portante transversale și longitudinale

B. Clădiri cu structură mixtă

Sînt alcătuite din schelet de rezistență, în general de beton armat. Scheletul de rezistență poate fi exterior (fig.28 a) sau interior (fig.28 b). In cazul scheletului de beton armat exterior, pereții interiori se realizează din ziduri portante și pereții exteriori din zidării care satisfac condiții de izolare termică. La structuri cu schelet de rezistență interior, pereții exteriori se realizează din ziduri portante, izolante termic. Structura permite o mobilitate mai mare în concepția funcționa-



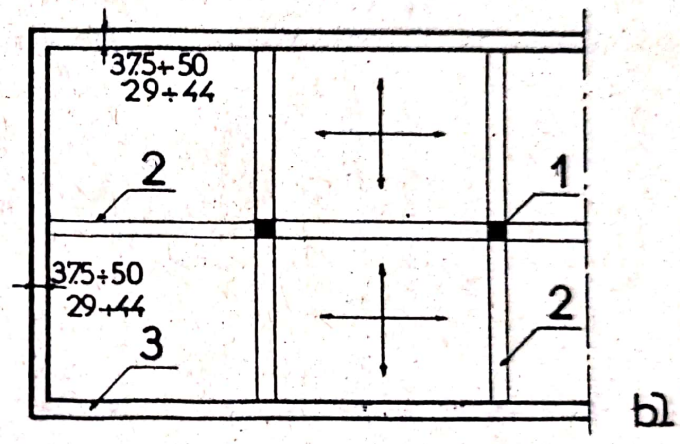


Fig.28. Clădiri cu structură mixtă

a) schelet de rezistenţă exterior

b) schelet de rezistenţă interior

1 stîlp b.a. 2. riglă b.a. 3. perete portant 4.perete de umplutură

lă a clădirilor. In general aceste structuri prezintă rigiditate mare la sarcini orizontale şi se caracterizează prin deschideri mai mari pentru planşee, 3...6 m.

Stîlpii structurii se pot realiza din beton armat sau zidărie complexă. Pentru o conclucrare judicioasă între scheletul de rezistenţă şi zidurile portante se vor asigura tasări egale la cele două structuri, ceea ce se poate realiza printr-o dimensionare judicioasă a fundaţiilor, pereţilor portanţi şi a stîlpilor structurii.

6. Pereţi din blocuri mici de beton

Pentru elementele de construcţie fără cerinţe de izolare termică se pot folosi blocuri mici din beton cu agregat, sub formă de balast sau piatră concasată, avînd mărcile B 35, B 50, B 75, B 100 după cerinţele de portanţă şi deci numărul nivelelor.

La clădirile cu cerinţe de izolare termică se folosesc blocuri mici de beton cu agregate uşoare, avînd mărcile indicate mai sus. După natura agregatului folosit se disting:

- pereţi din blocuri mici tip Crestianin cu scorie vulcanică avînd $\rho_{s.a.}$ = 1400...1700 kg/m^3, grosimea de 29 sau 39 cm în raport cu zonele climatice din R.S.România;

- pereţi din blocuri de diatomit cu $\rho_{s.a.}$ = 1200...1650 kg/m^3 şi grosimea 29 sau 39 cm;

- pereţi din blocuri mici cu deşeuri ceramice, avînd mărcile B 35...B 70, $\rho_{s.a.}$ = 1200...1700 kg/m^3 şi grosimea 29 sau 39 cm;

- pereţi din blocuri mici din beton cu zgură granulată, avînd $\rho_{s.a.}$ = 1850...2100 kg/m^3, neindicaţi pentru clădiri de locuit, utilizabili la clădiri social-culturale cu grosimea de 36,5 cm;

- pereţi din blocuri mici tip Crestianin din beton cu argilă expandată, avînd $\rho_{s.a.}$ = 1050...1450 kg/m^3 şi grosimea 29 cm;

- pereţi din blocuri mici din beton cu zgură expandată, avînd $\rho_{s.a.}$ = 1050...1450 kg/m^3 şi grosimea 19 cm sau 29 cm;

- pereţi din blocuri mici din beton cu granulit, avînd $\rho_{s.a.}$ = 1050...1300 kg/m^3 de 29 cm grosime pentru clădiri de locuit şi 19 cm sau 29 cm pentru clădiri social-culturale;

- pereţi din blocuri de beton celular avînd $\rho_{s.a.}$=800 ...1000 kg/m^3, 24 cm grosime la clădiri de locuit şi 19 sau 24 cm grosime la clădiri social-culturale;

- pereţi din blocuri silico-calcare cu goluri avînd $\rho_{s.a.}$ = 1850 kg/m^3 şi grosime 36,5 cm la clădiri de locuit şi social-culturale.

In funcţie de procentul de găuri verticale şi deci în raport cu greutatea specifică aparentă se disting:

- pereţi din blocuri clasa C_1 cu $\rho_{s.a.}$ = 1000...1300 kg/m^3, din beton cu agregat de diatomit, granulit, argilă expandată, agregate organice vegetale;

- pereţi din blocuri clasa C_2 cu $\rho_{s.a.}$ = 1301...1500 kg/m^3 din beton cu agregat de scorie bazaltică, zgură expandată, deşeuri ceramice;

- pereţi din blocuri clasa C_3, $\rho_{s.a.}$ = 1501...1800 kg/m^3 din beton obişnuit.

Grosimile pereţilor se adoptă în raport cu cerinţele de izolare termică şi tipurile de blocuri de 29 cm, 36,5 cm şi 39 cm.

Rezistenţa de rupere a zidăriei din blocuri mici, cînd înălţimea asizei este minimum 18 cm, se va lua - pentru R_b = 35 ...100 şi R_m = 4...100 kg/cm^2 - între 15 şi 45 kg/cm^2. Pentru

înălţimea asizei mai mare de 50 cm şi marca mortarului cel puţin 10, rezistenţa de rupere a zidăriei din blocuri mici se va lua 27...65 kg/cm^2.

Rezistenţa de rupere a zidăriei din blocuri cu goluri, pentru R_b = 35...100 kg/cm^2 şi R_m = 4...100 kg/cm^2, se ia între 12 şi 40 kg/cm^2.

Rezistenţa termică efectivă în funcţie de caracteristicile betonului, volumul de găuri al blocurilor mici, dispoziţia în pereţi şi grosimea pereţilor (19...39 cm), poate prezenta valorile R_o = 0,64...1,20 m^2 °C/W, ceea ce permite satisfacerea cerinţelor de izolare termică corespunzătoare celor trei zone climatice din R.S.România.

După orientarea găurilor în blocuri, pereţii pot fi:

- cu găuri verticale (fig.29 a);
- cu găuri orizontale (fig.29 b).

La alegerea tipurilor de blocuri mici cu găuri, se va avea în vedere că rezistenţa mecanică R_c este mai mare şi pierderile de căldură mai mici la pereţii alcătuiţi din blocuri cu găuri verticale.

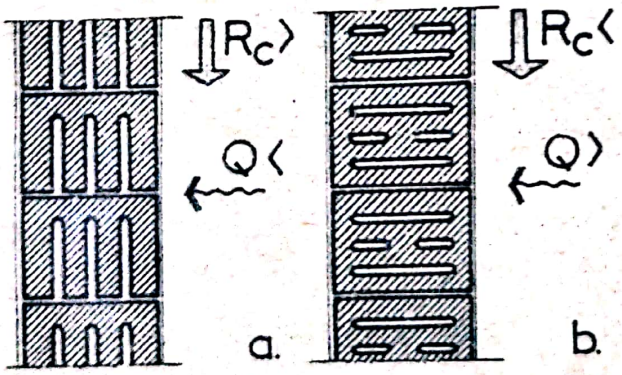


Fig.29. Pereţi din blocuri mici cu goluri a) goluri verticale
b) goluri orizontale

Pentru evitarea punţilor reci şi a condensului, în zona -

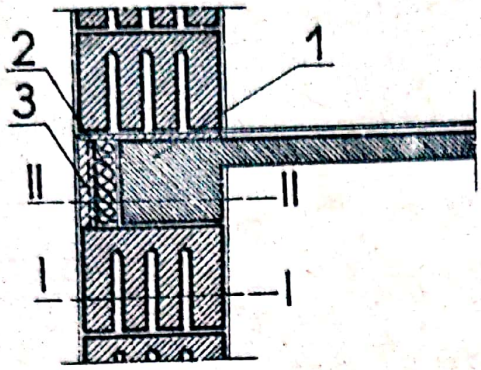


Fig.30. Izolare termică în zona centurii din b.a.

1. centura b.a.
2. izolaţie termică
3. protecţie cu tencuială

centurilor de beton armat, este recomandabil a se izola termic, astfel ca rezistenţa termică în secţiunea curentă (I-I) să fie egală cu rezistenţa termică în dreptul centurii II-II(fig.30).

$$R_o(I-I) = R_o(II-II) \qquad (4)$$

Izolaţia termică se protejează la exterior cu tencuială armată cu rabiţ. Dispoziţia blocurilor în zidurile exterioare se face respectîndu-se principiul legăturilor la fiecare rînd, cu decalajul rosturilor verticale, (fig.31).

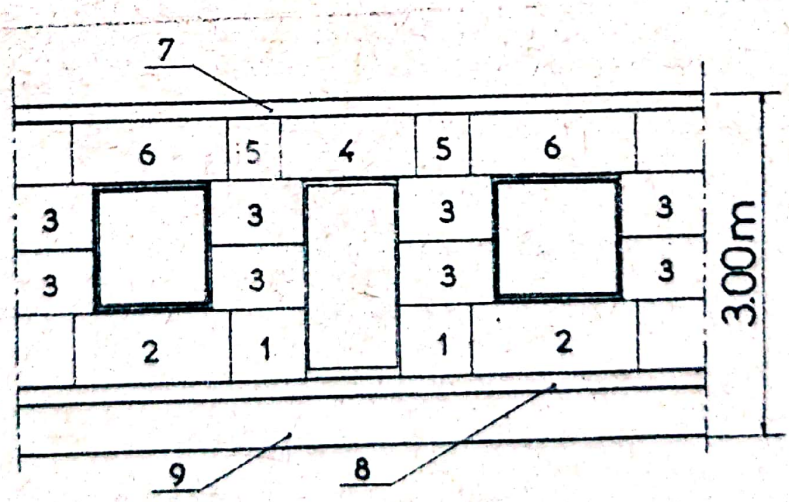


Fig.31. Fragment faţadă la clădiri din blocuri mijlocii

1-6 blocuri 7.centură planşeu
8. centura soclu 9. soclu

Numărul asizelor orizontale depinde de înălţimea blocurilor (în raport cu capacitatea utilajului de montaj 14...50 cm) şi înălţimea încăperilor. In dreptul soclului şi al planşeelor se foloseso centuri de legătură din beton armat, ce asigură conlucrarea între pereţi şi planşee.

7. Pereţi din blocuri mari

7.1. Aspecte generale

Faptul că ponderea pereţilor în costul unei construcţii este relativ mare (30% din costul total), realizarea pe cale industrială a acestor elemente de construcţie prezintă interes economic deosebit. Avantajele industrializării sînt:

- micşorarea volumului de materiale şi manoperă;
- micşorarea duratei de execuţie a construcţiilor;
- reducerea greutăţii totale a construcţiei, ceea ce prezintă interes şi la dimensionarea fundaţiei;
- ridicarea indicilui de mecanizare a şantierului;
- îmbunătăţirea capacităţii de izolare termică şi acustică a clădirilor;
- confecţionarea pe şantier a blocurilor pe poligoane şi standuri mobile;
- utilizarea materialelor locale;
- montajul elementelor şi în condiţii de iarnă;
- micşorarea consumului de mortar (proces umed), la $\frac{1}{10}$ din cantitatea necesară la zidăria tradiţională.

Ideea blocurilor mari o întîlnim încă la construcţiile din epoca sclavagistă, la egipteni, greci şi romani care foloseau piatra naturală sub această formă la construcţiile monumentale din acea perioadă.

In R.S.România primul bloc de locuinţe din blocuri mari-

s-a realizat în 1953 la Vatra Luminoasă, folosindu-se beton cu deşeuri ceramice, avînd greutatea 0,2...1,6 t/buc. Intre 1954 şi 1956 folosirea blocurilor mari din beton cu agregate de naturi diferite, s-a extins şi în alte oraşe. Astfel la Petroşani s-a executat în 1955 un bloc de locuinţe din blocuri mari de beton cu agregat de steril ars de mină. La căminele Institutului agronomic Bucureşti s-au folosit blocuri din beton cu agregate ceramice din ţiglă, la Braşov blocuri din betoane cu agregate de tuf vulcanic şi la unele cămine ale Universităţii din Iaşi betoane cu agregate de steril ars de mină de Comăneşti.

Clădirile cu structură din blocuri mari se pot realiza cu 4...5 nivele în regiuni seismice şi pînă la 8...10 nivele în regiuni neseismice.

7.2. Sistemul constructiv

In raport cu cerinţele funcţionale şi condiţiile de rigiditate, sistemele constructive ale construcţiilor din blocuri mari se bazează pe scheme cu pereţi portanţi transversali, longitudinali şi structuri mixte.

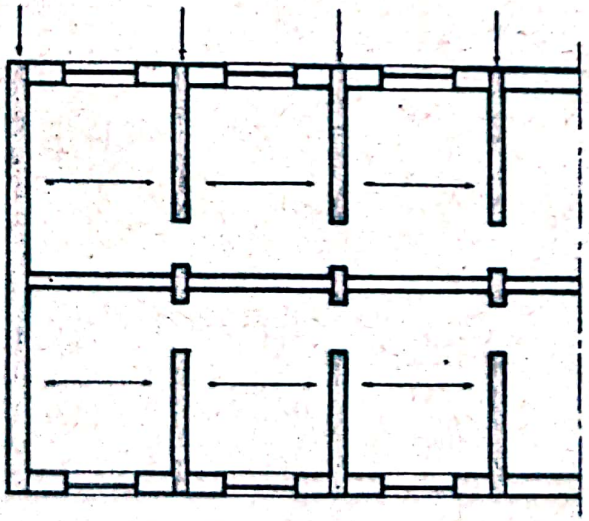


Fig.32. Schemă cu pereţi portanţi transversali

Schema cu pereţi transversali portanţi (fig.32), la care rezemarea planşelor se realizează pe două laturi, este indicată la planşee prefabricate sub formă de

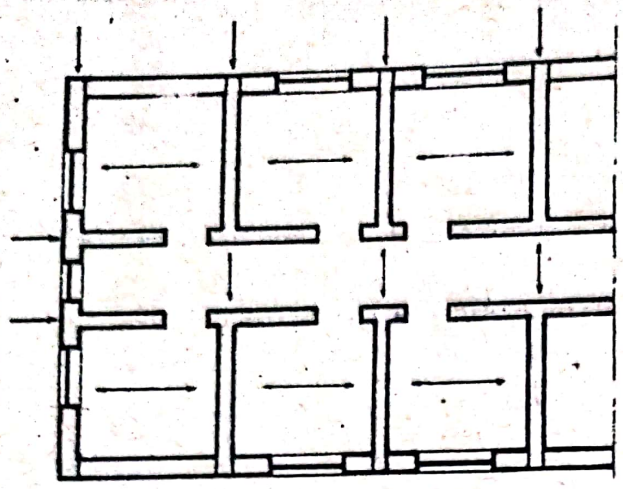


Fig.33. Schema cu pereţi portanţi transversali şi longitudinali

fîşii. Pereţii longitudinali, interiori şi exteriori sînt autoportanţi. La clădiri cu culoar central, pereţii longitudinali interiori se prevăd de asemeni portanţi pentru planşeul peste culoar, fig. 33.

Rigiditatea maximă se obţine în cazul structurii cu pereţi portanţi transversali şi longitudinali. Elementele de planşeu se pot realiza din panouri mari portante care reazemă pe pereţii transversali şi longitudinali, fig.34. La construcţii cu structură mixtă se poate folosi scheletul de beton armat interior şi pe-

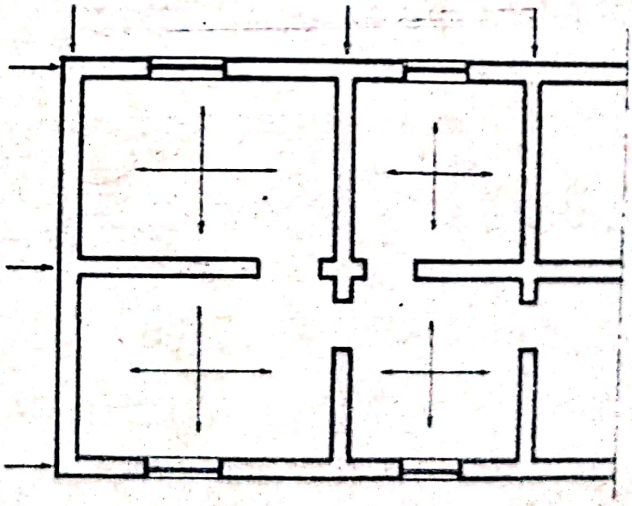


Fig.34. Schemă cu pereţi portanţi transversali şi longitudinali

reţi autoportanţi longitudinali exteriori, fig.35. Schema constructivă permite rezemarea planşeelor pe cadre transversale şi prezintă o mare mobilitate în concepţia funcţională, în condiţiile unei rigidităţi maxime.

Schema cu schelet de rezistenţă interior longitudinală, prezintă rigiditate minimă şi nu poate fi folosită în regiuni seismice. Pereţii exteriori longitudinali sînt portanţi. Rezemarea

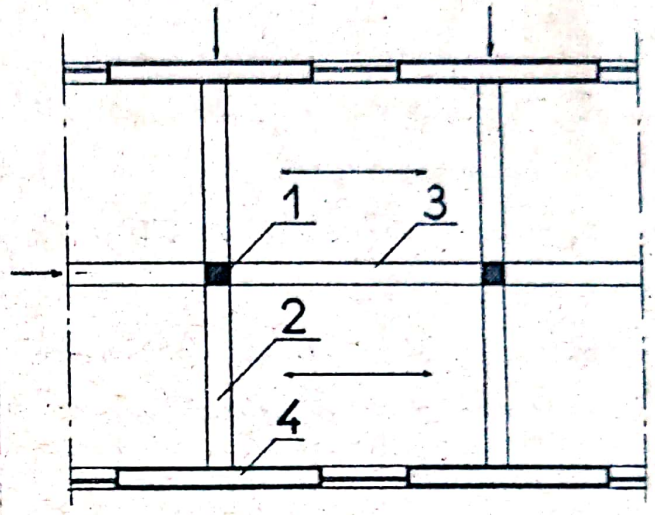


Fig.35. Schemă cu schelet de rezistenţă interior şi pereţi autoportanţi longitudinali exteriori.
1. stîlp 2. riglă transversală 3. riglă longitudinală 4. perete autoportant exterior

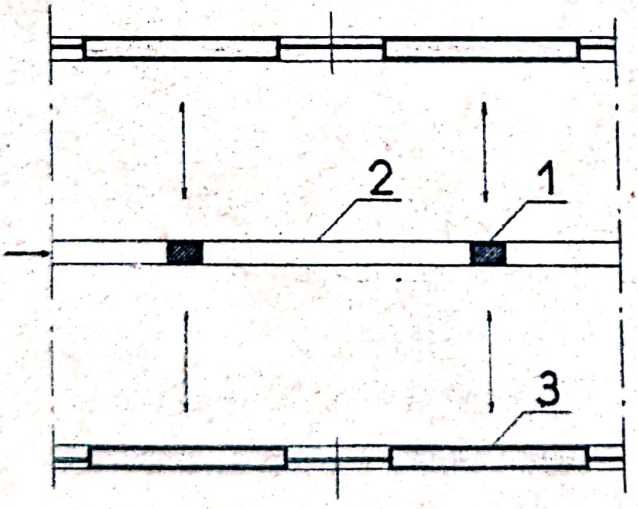


Fig.36. Schema cu schelet interior longitudinal şi pereţi portanţi exteriori 1. stîlp 2. riglă longitudinală 3. perete exterior portant.

planşeelor pe scheletul interior şi pereţii exteriori, fig.36, implică asigurarea unor tasări uniforme şi egale ale acestor două structuri.

Scanned with OKEN Scanner

7.3. Materiale pentru blocuri

Blocurile pentru pereţi se pot realiza din piatră naturală cu proprietăţi termice izolante şi din betoane termoizolante. Blocurile din piatră naturală se pot obţine din calcar cochilifer, calcar oolitic, tuf vulcanic.

Betoanele folosite la confecţionarea blocurilor mari se pot realiza cu agregate din zgură (de furnal, locomotivă, termocentrală), calcar oolitic, tuf vulcanic, deşeuri ceramice (cărămizi, ţigle), steril ars de mină, granulit etc. Se pot folosi materiale silico-calcare (compacte sau spongioase), blocuri de zidărie de cărămidă, beton macroporos cu agregat din piatră spartă, pietriş, spărturi de cărămizi, betoane celulare speciale (Siporex, Ytong).

Marca betoanelor folosite la confecţionarea blocurilor se ia cel puţin:

- B 15 la pereţi de umplutură;
- B 25...50 pereţi pentru clădiri cu parter şi unul sau două etaje;
- B 75, B 100, B 150 pentru clădiri cu mai mult de două etaje.

Marca materialelor la blocuri cu un volum de găuri de 20%...30% din volumul total al blocurilor, se ia 0,5...0,6 din marca betonului din care se confecţionează. La încăperi cu umiditatea relativă a aerului mai mare de 60% materialele trebuie să reziste cel puţin la 15 cicluri de îngheţ-dezgheţ. Blocurile de cornişe, solbancuri, brîuri neprotejate contra apei trebuie să reziste la cel puţin 25 cicluri de îngheţ-dezgheţ.

7.4. Tipuri de blocuri

La realizarea clădirilor civile şi industriale se folo-

sesc blocuri care se pot diferenţia după formă, dimensiuni, funcţie, greutate şi concepţia generală a sistemului folosit. Blocurile se pot clasifica după următoarele criterii, astfel:

- după destinaţie, se disting blocuri pentru pereţi exteriori, pentru pereţi interiori şi blocuri speciale (de cornişă, soclu, ventilaţie etc.);

- după greutate, se disting blocuri mijlocii cu greutatea 0,25...0,5 t şi blocuri mari de 1...3 t cu dimensiunile între limitele 0,5...3,5 m lungime, 0,2...0,5 m grosime şi 0,5...3,0, m înălţime;

- după structura materialului, se disting blocuri pline şi blocuri cu găuri, avînd volumul de goluri 40% din volumul total al blocurilor şi orientarea golurilor, faţă de zid, orizontală sau verticală, pătrunse sau nepătrunse; golurile pot fi umplute cu material uşor termoizolant, iar în cele laterale se montează armături şi se toarnă beton de legătură pe verticală, obţinîndu-se stîlpişori de beton armat. Din punct de vedere termic prezintă importanţă forma găurilor, procentul de găuri, orientarea şi dimensiunile găurilor, grosimea pereţilor golurilor. Eficienţa maximă termică se obţine la blocuri cu găuri sub formă de fantă;

- după greutatea specifică a materialului, se disting blocuri de beton de greutate mijlocie, $\rho_{s.a.} = 1700$ kg/m^3 şi blocuri de beton greu cu $\rho_{s.a.} = 1700...2000$ kg/m^3;

- după aspectul exterior, blocurile pot fi prefinisate sau nefinisate;

- după rezistenţa la compresiune a betonului folosit la confecţionarea blocurilor se disting blocuri de beton cu mărcile 50, 75, 100, 125.

In fig.37 sînt indicate tipurile de bază ale blocurilor

mari ce intervin la alcătuirea pereţilor astfel:

- blocuri - pilastru, între ferestre la pereţi exteriori şi interiori (fig.37 a);
- blocuri - buiandrugi centură la pereţi exteriori (fig.37 b);
- blocuri - parapet sub ferestre (fig.37 c);
- blocuri curente la pereţi exteriori (fig.37 d);
- blocuri de colţ la pereţi exteriori (fig.37 f, h);
- blocuri de ramificaţii (fig.37 g);
- blocuri de intersecţii (fig.37 i);
- blocuri de utilaţii (fig.37 j);
- blocuri de perete interior (fig.37 l);

Alegerea tipurilor de blocuri se face în raport cu cerinţele de exploatare ale construcţiei, cu natura şi proprietăţile materialelor folosite, cu posibilităţile de montaj ale şantierului. In afară de tipurile curente de blocuri, sînt necesare elemente speciale pentru cornişe, brîuri etc.

Pentru o soluţionare judicioasă din punct de vedere tehnic şi economic este indicat ca numărul tipurilor de blocuri să fie minim, frecvenţa blocurilor pe tipuri să fie maximă şi greutăţile lor de acelaşi ordin, pentru a se obţine un indice favorabil şi în ce priveşte eficienţa utilajului de montaj.

7.5. Scheme de pereţi

Numărul asizelor pe înălţimea unui etaj este funcţie de capacitatea utilajelor mecanice de montaj.

Schema cu două asize (fig.38), se pretează la maximum de industrializare. Soluţia poate fi utilizată dacă şantierul dispune de macarale cu capacitatea de ridicare de 3 t. Soluţia cu 2 asize prezintă avantajul reducerii numărului de tipuri de

Fig. 37 Tipuri de blocuri.

Scanned with OKEN Scanner

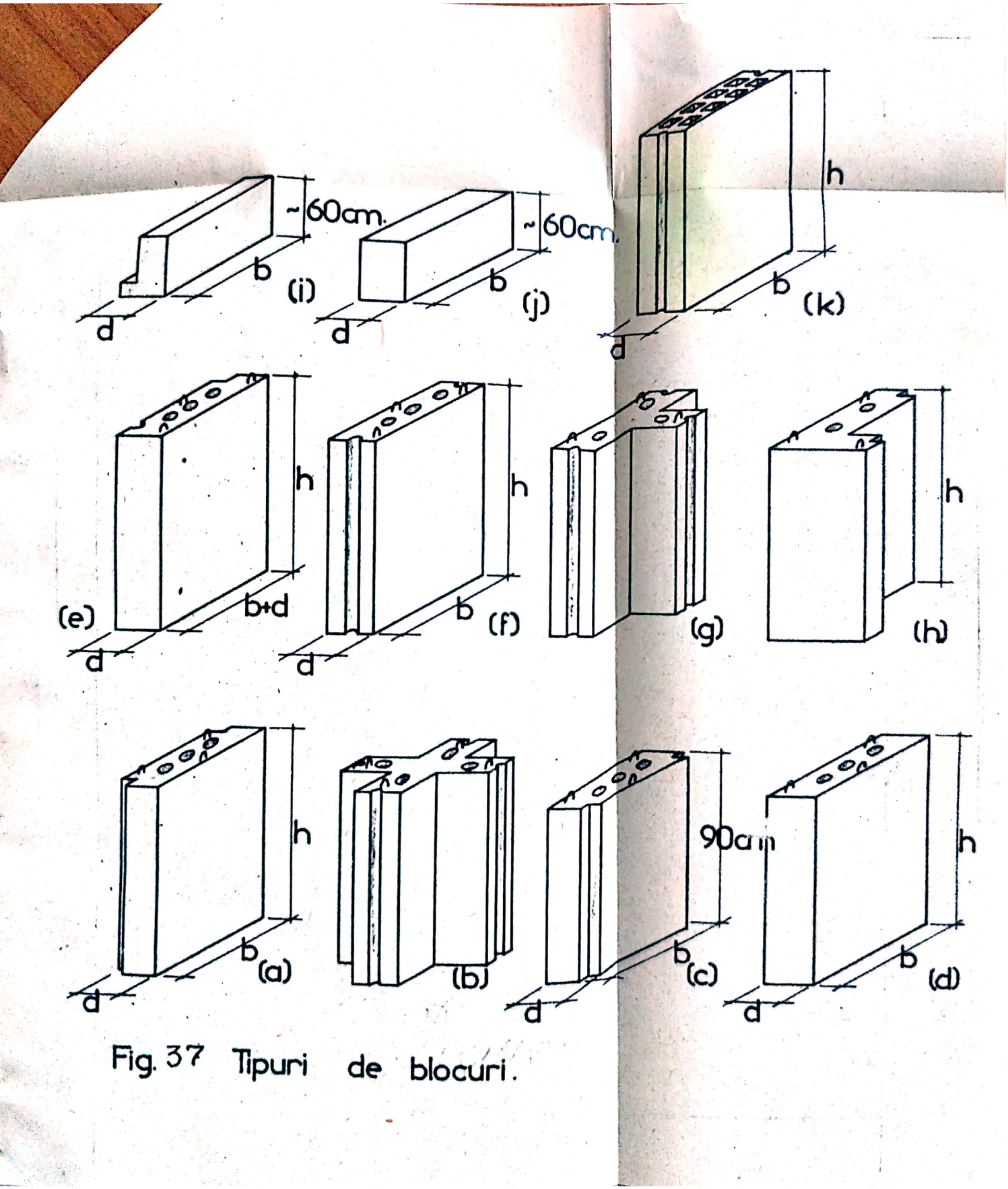


Fig. 37 Tipuri de blocuri.

Scanned with OKEN Scanner

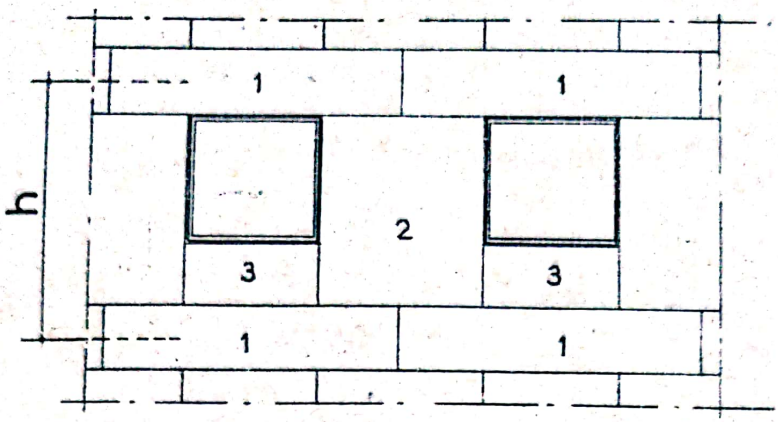


Fig.38. Faţadă în 2 asize
1. bloc buiandrug 2 bloc pilastru 3. bloc parapet

blocuri.

Numărul mare de tipuri de blocuri nu permite organizarea judicioasă a confecţionării mecanizate, măreşte costul de producţie şi consumul de manoperă. Numărul mic de tipuri de blocuri conduce la accelerarea ritmului de execuţie, la o mai bună utilizare a macaralelor de montaj şi la un consum mai mic de manoperă. Dezavantajul schemei cu 2 asize constă în diferenţierea prea mare în ce priveşte greutatea blocurilor şi din această cauză are loc o micşorare a productivităţii macaralei ce se alege după greutatea maximă a elementelor prefabricate. Schema cu 3 asize (fig.39), este mai raţională,deoarece

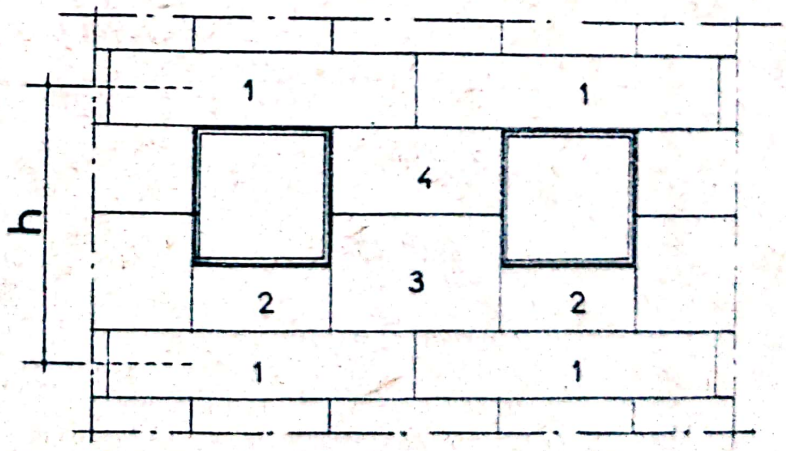
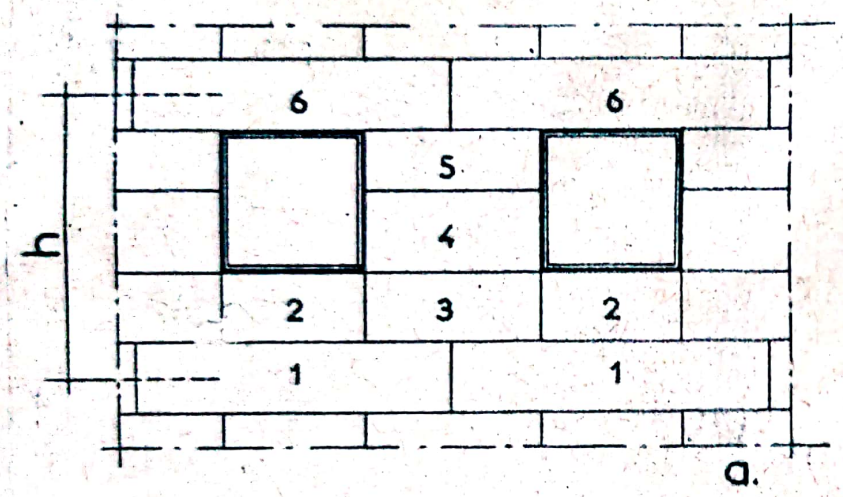


Fig.39. Faţada în 3 asize 1 bloc buiandrug 2.bloc parapet 3.4.bloc pilastru

Scanned with OKEN Scanner



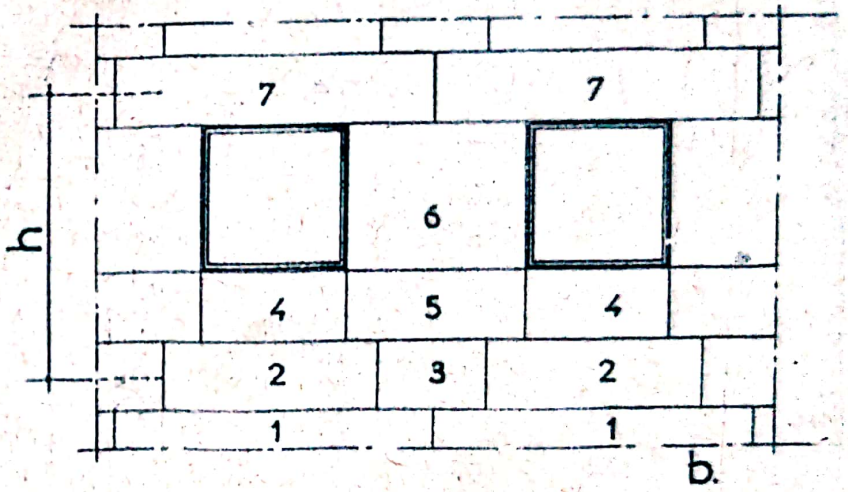


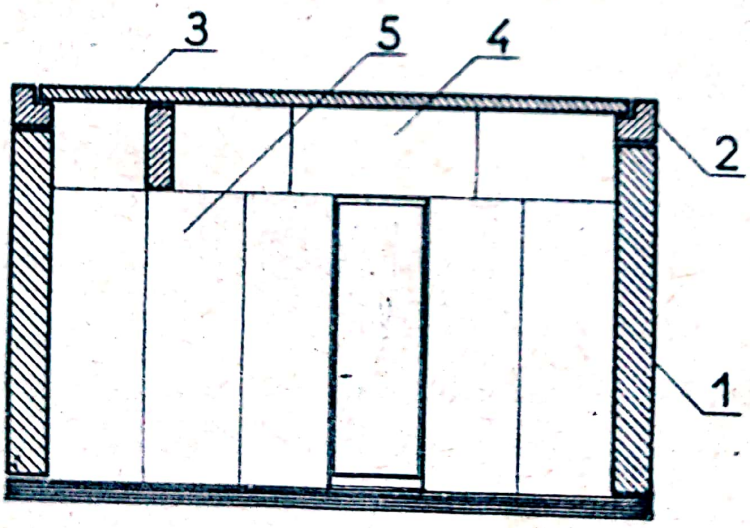
Fig.40. Fețade în 4 asize: a) cu rosturi verticale continui

b) cu rosturi verticale decalate

prin împărţirea pilastrului între ferestre în 2 elemente se micşorează greutatea maximă a blocurilor şi se uniformizează tipurile de prefabricate în ceea ce priveşte greutatea.

Schema cu 4 asize (fig.40), conduce la o micşorare a greutăţii blocurilor ceea ce o face aplicabilă şi la şantiere ce dispun de macarale cu capacitate mai mică de ridicare (1,5 ...2 t). Schema se obţine prin împărţirea blocului între ferestre în 3 elemente cu rosturi continui pe înălţimea blocului parapet (fig.40a) sau cu decalajul rosturilor verticale, corespunzătoare asizei de parapet (fig.40 b).

b) La pereţii interiori, transversali şi longitudinali, se foloseşte schema în 2 asize. Prima asiză are înălţimea corespunzătoare golului pentru uşă, iar a doua corespunde înălţimii de la partea superioară a golului de uşă pînă la partea inferioară a planşeului (fig.41).



Blocul buiandrug se realizează din beton armat pentru a putea prelua solicitări din încovoiere.

Fig.41. Dispoziţia blocurilor la pereţi interiori. 1.bloc exterior 2.bloc buiandrug exterior 3.planşeu 4. bloc buiandrug interior 5. bloc interior curent.

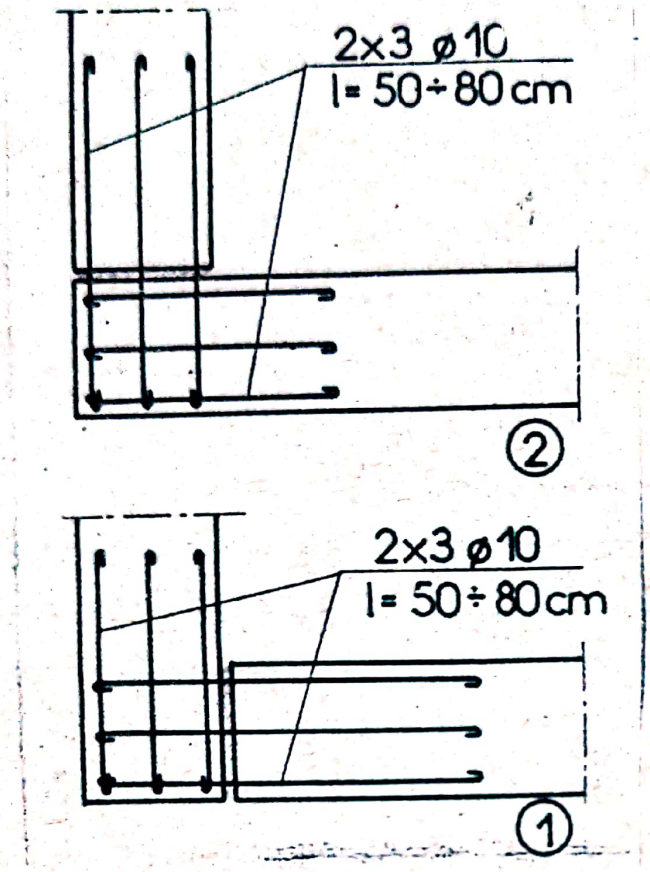


Fig.42. Legătura blocurilor cu armături la colţuri

7.6. Imbinări

La clădirile din blocuri mari legătura de colţ a zidăriei se realizează prin decalarea rosturilor verticale şi includerea în mortarul de legătură a armăturilor orizontale, 3 Ø 10 mm, de lungime egală cu 50 cm (fig. 42), în asizele orizontale continui ale pereţilor ce alcătuiesc astfel. Legătura la colţ a pereţilor se mai poate obţine prin stîlpi de monolitizare din beton armat, cu bare metalice verticale solidarizate cu bare metalice dispuse în asizele orizontale ale pereţilor transversali şi longitudinali (fig.43). Pentru evitarea punţilor termice se recomandă ca stîlpul de colţ să fie prevăzut cu izolaţie termică suplimentară, astfel ca:

$$R_o\ (I\text{-}I) = R_o\ (II\text{-}II) \qquad (5)$$

Armarea stîlpilor de beton armat se face constructiv cu 4 Ø 12 şi etrieri Ø 6 la 25 cm.

La ramificaţii, intersecţii de ziduri exterioare şi interioare se introduc în fiecare rost legături sub forma unor

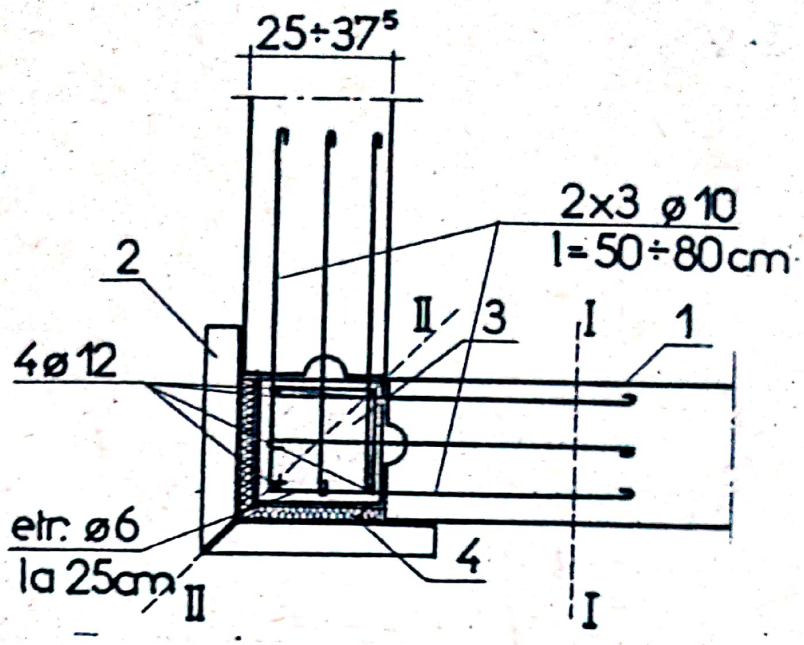


Fig.43. Legătura cu stîlpi de colț 1.bloc curent 2.bloc de colț 3. stîlp monolit beton armat 4. izolație termică.

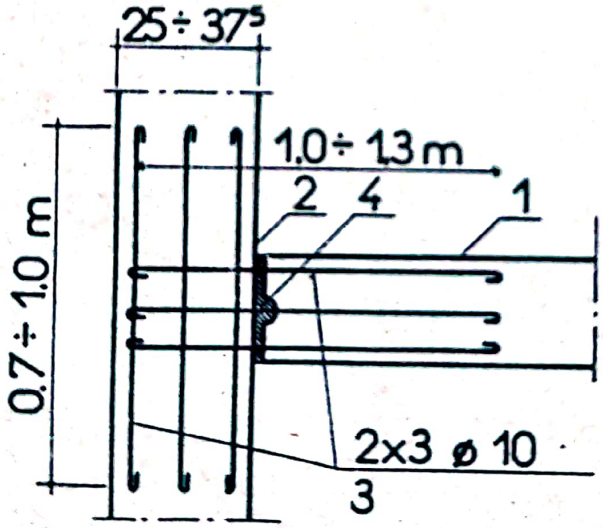


Fig.44. Legătura la ramificație de pereți. 1 bloc curent transversal 2 bloc curent longitudinal 3. armături 4. mortar.

grătare de ancorare realizate din oțel ø 10 mm (fig.44).

La nivelul fiecărui planșeu se prevăd centuri longitudinale și transversale de beton armat monolit în care se ancorează armăturile din planșee. Distan-

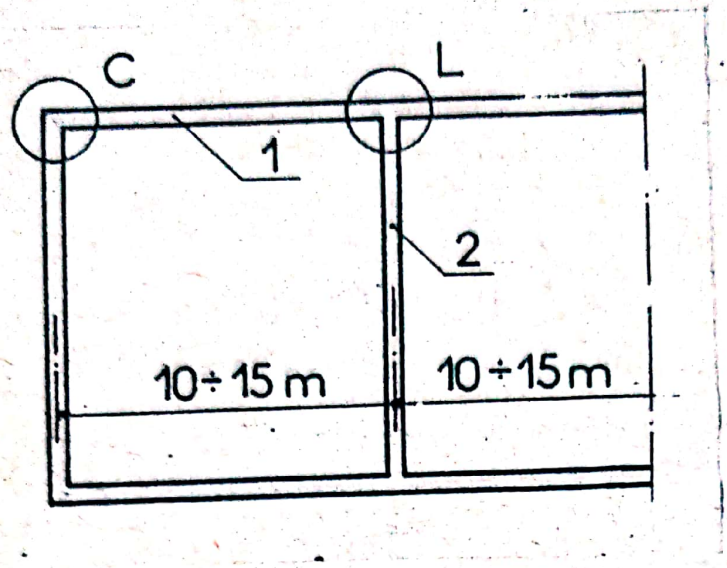


Fig.45. Legătura pereţilor cu centuri.
1. centură longitudinală
2. centură transversală

ţa între centurile transversale se ia 10...15 m , (fig.45).

In centurile monolite de beton armat, marca B 100, se ancorează şi armăturile din rosturile verticale ale blocurilor şi armăturile din planşee realizîndu-se astfel conlucrarea necesară între pereţi şi planşee(fig. 46). Rosturile orizontale,de forme diferite (fig.47) se realizează din mortar M 100 avînd în vedere că solicitarea de bază este de compresiune.

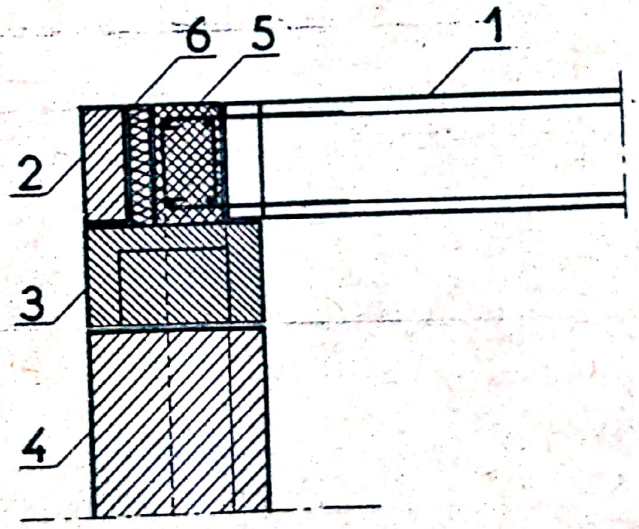


Fig.46. Legătura pereţilor din blocuri cu centuri. 1. planşeu 2. bloc prefabricat 3. buiandrug prefabricat 4. perete 5. centură monolit 6. termoizolaţie

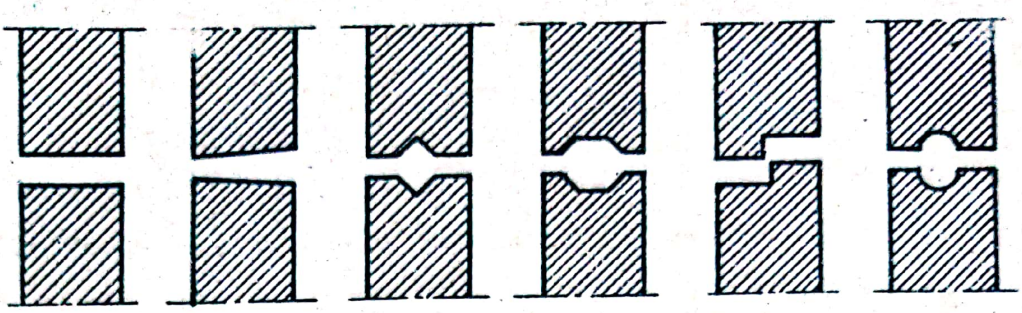


Fig.47. Rosturi orizontale la blocuri mari

8. Pereţi despărţitori autoportanţi interiori

8.1. Generalităţi

Pereţii despărţitori autoportanţi sînt elemente de construcţie folosite la interiorul clădirilor avînd funcţiunea principală de a delimita încăperile între ele.

Preiau sarcini numai din greutatea lor proprie şi se pot prevedea pe înălţimea unui etaj sau pe toată înălţimea clădirii. Pereţii despărţitori autoportanţi interiori trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- greutate proprie redusă, 50...200 kg/m^2, între încăperi şi 180...300 kg/m^2, între apartamente, pentru a asigura condiţia de izolare acustică;

- izolarea acustică efectivă la pereţi între apartamente trebuie să fie de 50 dB, între camere de 40 dB, între camere cu goluri de uşi de 30 dB;

- rezistenţă la împingerea produsă de oameni, la şocuri mecanice, la sarcina dată de obiectele fixate de pereţi (lavoare, radiatoare, elemente de ornament, instalaţii);

- rezistenţă la foc;

- să fie economici ca investiţie;

- să se preteze la un grad maxim de prefabricare;

- să permită aplicarea în condiţii corespunzătoare a materialelor de finisaj.

Materialele privind structura şi finisajul pereţilor se aleg în funcţie de destinaţia încăperilor, de condiţiile de umiditate, de estetică, igienă şi de costurile de investiţii şi întreţinere.

8.2. Sisteme constructive

- Pereţi din beton armat monolit, ce se utilizează la încăperi umede şi în cazul cînd trebuie să asigure suspendarea de obiecte şi instalaţii, au grosimea 5...20 cm. Armarea este alcătuită din reţea de oţel beton Ø 5...10 mm, cu ochiuri de 10...30 cm (fig.48) şi poate fi dispusă la exterior sau **central**, după caracterul forţelor şi direcţia lor de acţionare asupra pereţilor. Betonul se toarnă în cofraj din panouri de lemn geluit pentru realizarea unor suprafeţe cît mai netede.

-pereţi din beton torkretat, ce se realizează din beton

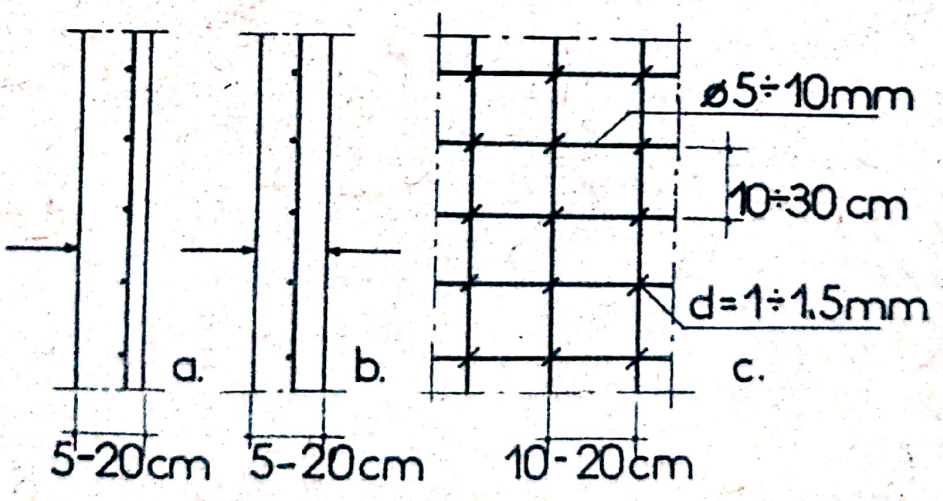


Fig.48. Armarea pereţilor din beton armat a) armare exterioară b) armare centrală c) reţea de armătură

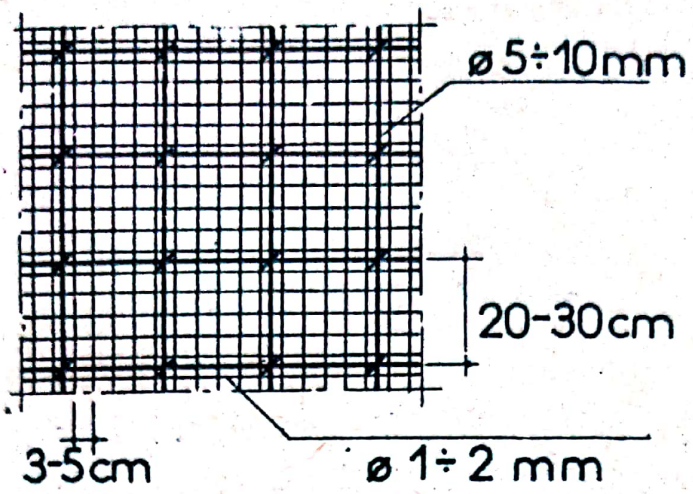


Fig.49. Armarea pereţilor din beton torkretat

cu granulozitatea 3...20 mm, se pune în operă sub presiunea de 3...4 atmosfere prin proiectare pe schelet din oţel beton şi pînză de rabiţ din sîrmă galvanizată cu diametrul 1...2 mm (fig.49). Betonul trebuie să prezinte o compactitate şi etanşeitate corespunzătoare umidităţii de exploatare. Ochiurile scheletului de oţel beton au latura 20...30 cm şi ale pînzei de rabiţ 3...5 cm.

Betonul torkretat prezintă rezistenţa la compresiune cu 40% mai mare faţă de betonul monolit, aderenţă de 2...3 ori mai mare şi porozitatea de 5 ori mai mică. Prezintă dezavantajul că 50% din material se pierde la execuţie.

- Pereţi din zidărie ceramică se pot realiza din cărămidă obişnuită, găurită sau blocuri ceramice, de 12,5 cm grosime. Se realizează cu mortar de ciment cu marca R_m= 25 kg/cm^2 şi eventual se prevăd cu armătură dispusă în rosturile orizontale. Fiind grei necesită elemente speciale de susţinere în planşeele prefabricate sau monolite, sub formă de grinzi, fig.50.

- Pereţi de paiantă, ce se realizează din schelet de lemn pe care se fixează şipci şi trestie în unul sau două straturi, peste care se aplică stratul de tencuială (fig.51). Prezintă dezavantajul unui consum mare de material lemnos şi al

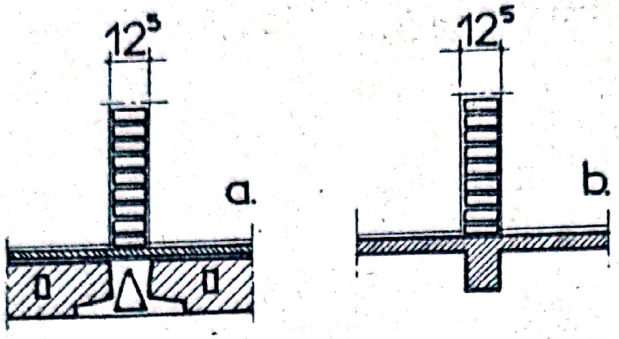


Fig.50. Susţinerea peretelui de planşeu
a) planşeu prefabricat b)planşeu monolit

unei rezistenţe mici la foc. Se pot utiliza ca pereţi despărţitori noi în construcţii existente.

In cazul cînd peretele trebuie să asigure şi iluminarea interioarelor se pot folosi elemente de sticlă (pavele luxfer, rotalit, dale de sticlă), legate cu nervuri monolite de beton armat (fig.52).

Pereţi de ipsos, ce se pretează la cea mai largă utilizare ca elemente despărţitoare la interior. Se pot realiza din:

- plăci de ipsos;
- panouri de ipsos.

Plăcile de ipsos se pot realiza din ipsos cu sau fără adaosuri. Adaosurile cele mai utilizate sînt zgurile, în proporţie pînă la 40%. Se obţine un material cu $\rho_{s.a.}$ = 1250..1400

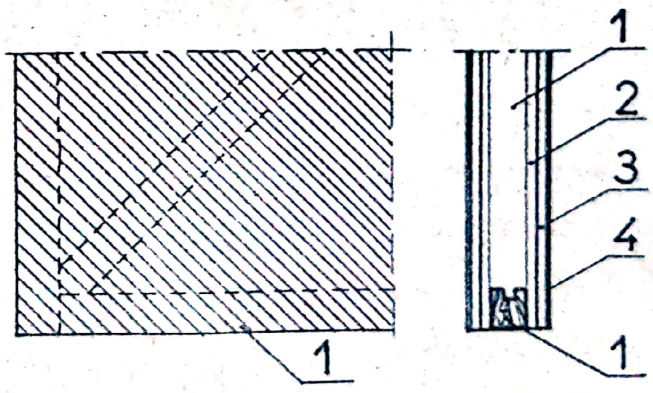


Fig.51. Perete de paiantă 1.schelet de lemn, 2 şipci, 3.trestie, 4.tencuială.

kg/m^3. Ca adaosuri se mai pot folosi stuful, șipci de lemn, rumeguș. Plăcile sînt prevăzute cu găuri verticale pentru micșorarea greutății și cu canelure pe contur pentru legătură (fig.53). Greutatea unei plăci este de 12...45 kg, fiind manipulabilă de 1...2 oameni. Aceste materiale nu se pot folosi la încăperi cu umiditatea mai mare de 60% și la pereți cu lungime mai mare de 3 m.

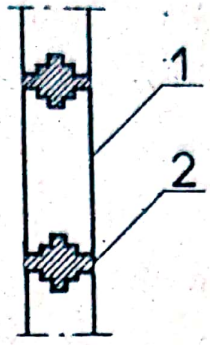


Fig.52. Perete de sticlă
1. pavele de sticlă 2.nervuri de beton armat B 100

Pereții se realizează din plăci dispuse în asize cu rosturile verticale decalate (fig.54). Intre plăci se toarnă lapte de ipsos.

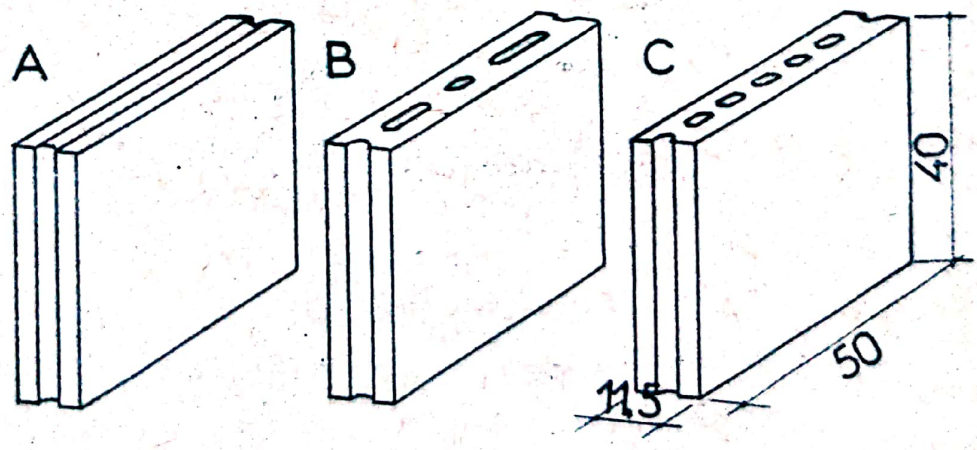


Fig.53. Plăci de ipsos și zgură

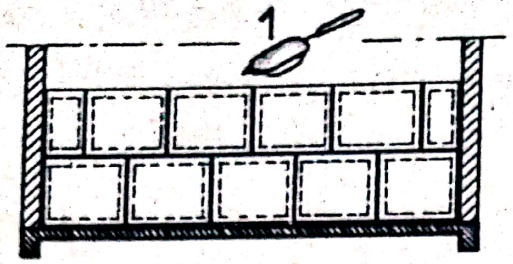


Fig.54

Pereţi din plăci de ipsos l.cancioc cu lapte de ipsos

Legătura pereţilor din plăci de ipsos se poate realiza prin încastrare pe adîncime de 5-6 cm în pereţi portanţi (fig. 55) sau prin legături metalice din oţel beton Ø = 10 mm, ℓ = = 40 cm, dispuse la colţuri, ramificaţii, intersecţii. La partea superioară este necesară înpănarea pereţilor despărţitori de ipsos, ceea ce se realizează cu pene de lemn la planşeele de lemn şi pene metalice la planşee de beton armat

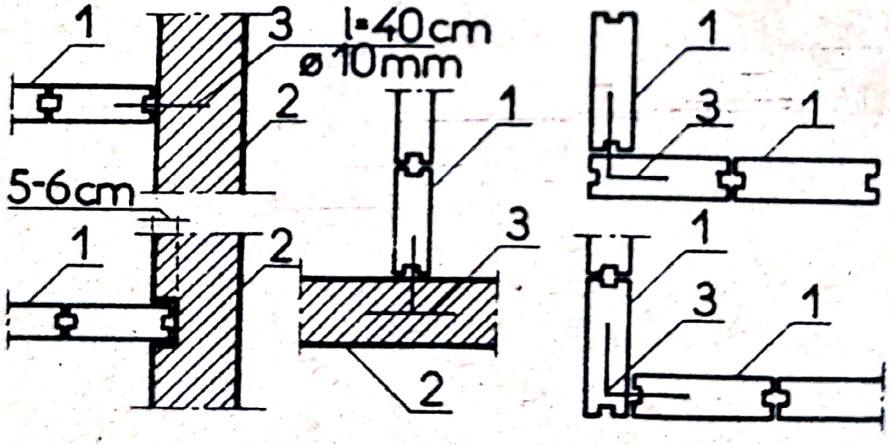


Fig.55. Legături la ramificaţii, colţuri şi intersecţii 1. perete de ipsos, 2. perete portant 3. legături metalice Ø 10 mm.

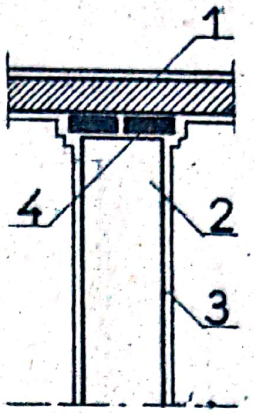


Fig.56

Impănarea plăcilor la partea superioară 1. planşeu 2.plăci ipsos 3.tencuială 4. pene

(fig.56).

- Pereţi din panouri mari ce se utilizează la clădiri din panouri mari realizîndu-se din elemente mari, cu greutate de 1...3 t, cu unul sau două goluri de uşi (fig.57). Se

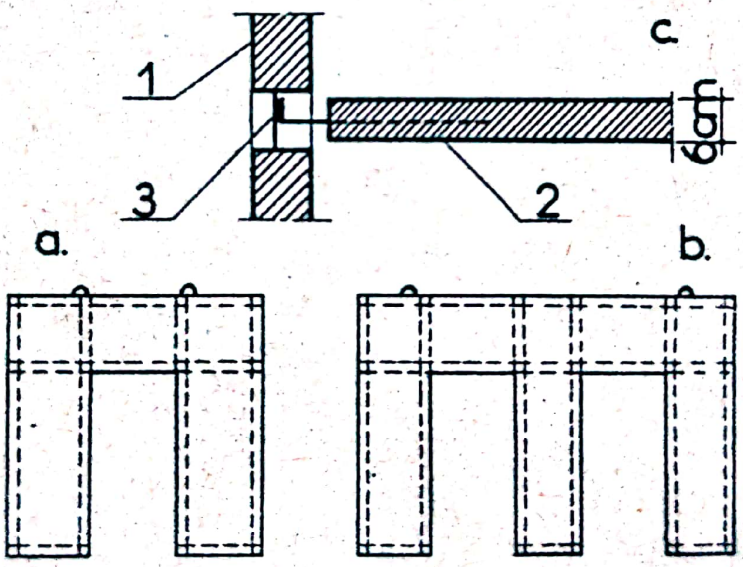


Fig.57. Panouri mari despărţitoare a) cu un gol de uşă, b) cu două goluri de uşă, c) legătură metalică 1. panou de rezistenţă, 2. panou despărţitor, 3. sudură

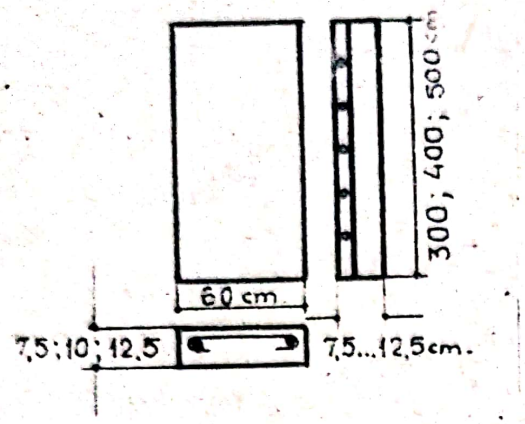


Fig.58. Fîşii din beton celular autoclavizat

pot realiza din silico-calcar, beton uşor, beton greu sau cu structură mixtă (nervuri de beton greu şi beton uşor termoizolant cu agregat de zgură, tuf, argilă expandată).

Legătura panourilor despărţitoare se realizează prin sudarea unor mustăţi de oţel beton de armătura panoului de rezistenţă, accesibilă în lăcaşuri speciale (fig.57 c).

Pereţii despărţitori autoportanţi pentru clădiri civile, social-culturale şi industriale se pot realiza şi din fîşii prefabricate din beton celular autoclavizat, avînd marca B 35, densitatea aparentă în stare uscată ϱ = 600 kg/m^3, de greutate 80...150 kg/buc şi în dimensiunile indicate în fig.58, armate cu una sau două plase şi prevăzute cu canturi longitudinale plane sau profilate. Indicele de reducţie sonoră prezintă valorile de 28, 29 şi 31 dB în funcţie de grosimile posibile de 7,5; 10 şi 12,5 cm.

Pentru a mări capacitatea de izolare fonică a pereţilor din beton celular autoclavizat se pot utiliza structuri în două straturi cu lamelă de aer intermediar avînd un indice de reducţie sonoră de 45...46 dB, fig.59 a şi structuri cu strat de aer intermediar şi vată minerală fig.59 b, ce prezintă un indice de 48...49 dB.

In fig.60 se prezintă îmbinările fîşiilor cu pene, mortar şi material fonoabsorbant.

Finisajele ce se pot adopta sînt funcţie de condiţiile de umiditate. Astfel la umiditate normală se pot adopta tapete pe suport de hîrtie, zugrăveli de apă pe glet, vopsitorie vinarom pe glet şi pe tencuială subţire stropită. La încăperi umede se recomandă vopsitorie de ulei sau alchidal pe glet, placaj de faianţă sau placaje ceramice tip CESAROM. Prin utilizarea pereţilor din beton celular autoclavizat se obţine reducerea greutăţii

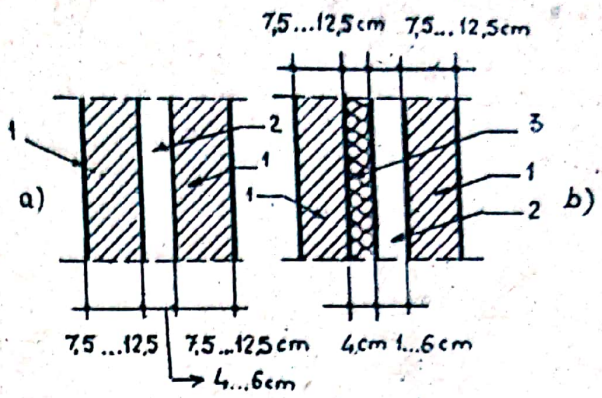


Fig.59. Pereţi despărţitori din beton celular autoclavizat cu eficienţă fonică ridicată 1.beton celular; 2. strat de aer; 3. vată minerală.

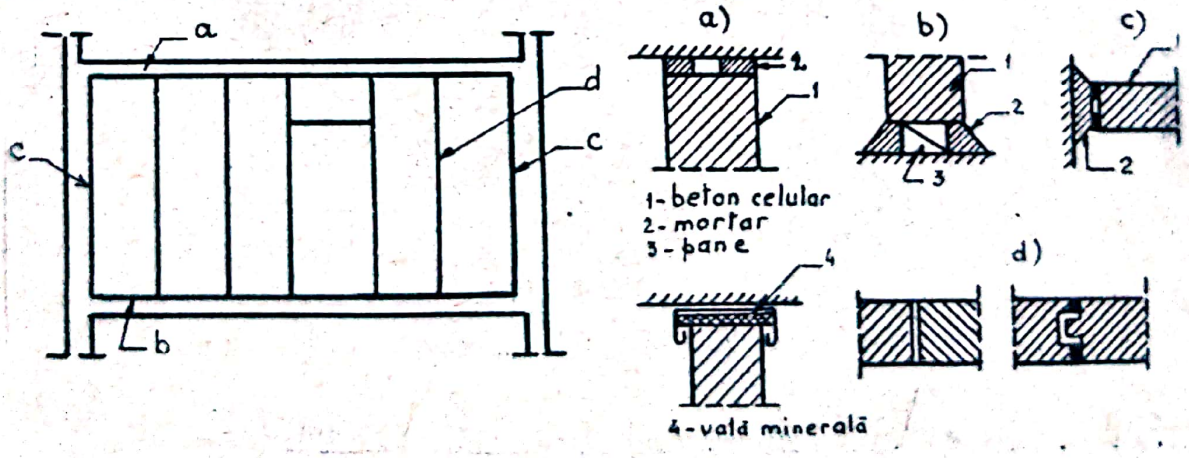


Fig.60. Imbinarea fişiilor din beton celular autoclavizat

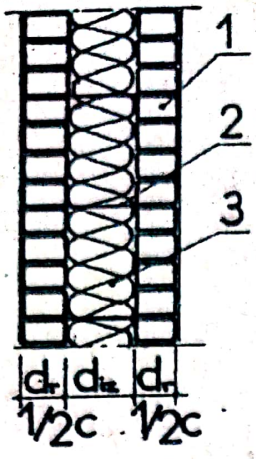


Fig.61

Perete cu strat termoizolant interior

1 strat de rezistenţă

2. strat termoizolant

3. agrafe metalice

cu 200%, creşterea productivităţii muncii cu 100%, eliminarea tencuielilor bazate pe procese umede.

9. Pereţi de umplutură

La construcţiile cu schelet de rezistenţă, funcţiunile principale ale pereţilor se limitează la cerinţele de delimitare a încăperilor avînd în vedere condiţiile de izolare termică, acustică, permeabilitate la aer şi vapori de apă, rezistenţă la uzură şi acţiuni climatice. Pentru a micşora greutatea proprie a pereţilor de umplutură se pot utiliza structuri în 3 straturi (fig.61), alcătuite din straturi de rezistenţă şi strat intermediar termoizolant. Conlucrarea între straturile de rezistenţă se realizează prin folosirea de agrafe metalice ancorate în mortar de ciment. Grosimea stratului termoizolant rezultă din condiţia:

$$R_{o\ nec} \cong \frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_{iz}}{\lambda_{iz}} + 2.\frac{d_r}{\lambda_r} + \frac{1}{\alpha_e} \qquad (6)$$

Pereţii interiori de umplutură trebuie să asigure condiţia de izolare acustică, în raport cu specificul încăperilor pe care le delimitează.

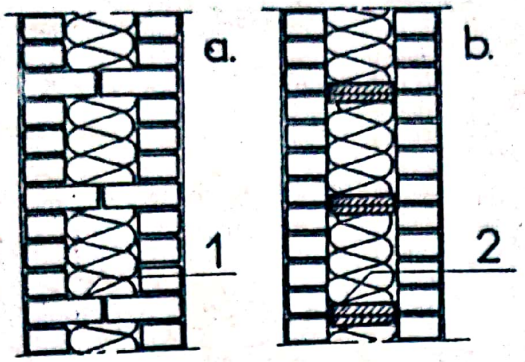


Fig.62
Perete cu strat termoizolant și diafragme
a) cu diafragme de zidărie (1)
b) cu diafragme de mortar (2)

La materiale de izolație tasabile se pot folosi diafragme din zidărie de cărămidă (fig.62 a) sau mortar armat cu pînză de rabiț din sîrmă de oțel zincat, de 2...6 mm (fig.62 b).

Se pot utiliza ca diafragme de legătură blocuri din beton ușor termoizolant. La alegerea betonului pentru blocurile de legături se va avea în vedere condiția de egalitate a rezistenței termice în secțiunile I-I și II-II (fig.63):

$$R_{o\ ef}(I\text{-}I) \cong R_{o\ ef}(II\text{-}II)$$

adică,

$$\sum_{i=1}^{3} \frac{d_i}{\lambda_i} = \frac{d}{\lambda_b} \quad (7)$$

La realizarea acestor zidării se vor folosi cărămizi de marca 75...150, blocuri de mărcile 35...75, mortare de mărcile 4...25, în funcție de clasa construcției și umiditatea aerului exterior.

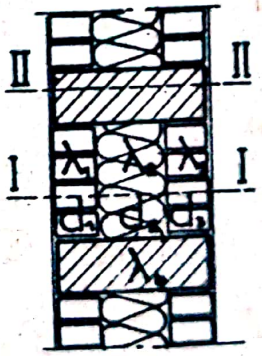


Fig.63. Perete de umplutură cu diafragme din blocuri mici

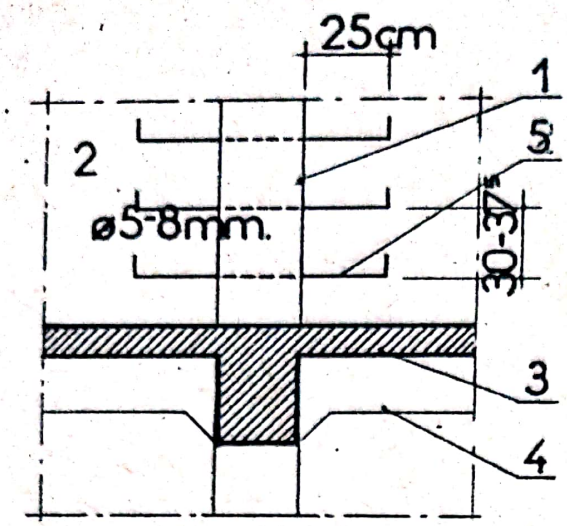


Fig.64

Ancorarea peretelui de umplutură în scheletul de rezistenţă 1. stîlp beton armat 2. zidărie de umplutură 3. planşeu beton armat 4. grinzi 5. ancore

Rezistenţa la îngheţ-dezgheţ, în funcţie de clasa construcţiei (durata de exploatare) şi de umiditatea relativă a aerului trebuie să fie cuprinsă între 10 şi 50 cicluri.

Pentru a se realiza conlucrarea statică între stîlpii scheletului de rezistenţă şi zidăria de umplutură, în special în dreptul pilaştrilor ce delimitează golurile de ferestre sau uşi, zidăria pilaştrilor se solidarizează de stîlpii de beton armat cu ajutorul unor ancore metalice din oţel beton ($\emptyset$ = 5...8 mm), dispuse la distanţă de 30...37,5 cm şi scoase în consolă cu 25 cm (fig.64).

Pentru evitarea punţilor reci şi a condensului în dreptul stîlpilor de beton armat, în special în cazul încăperilor cu umidităţi de exploatare $u_i > 60\%$ se va realiza izolarea termică a stîlpilor cu izolaţie dispusă la exterior, protejată de acţiunea factorilor climatici exteriori (fig.65). Grosimea d_{iz} a stratului de izolaţie termică rezultă din condiţia:

$$\frac{d_z}{\lambda_z} \simeq \frac{d_b}{\lambda_b} + \frac{d_{iz}}{\lambda_{iz}}$$

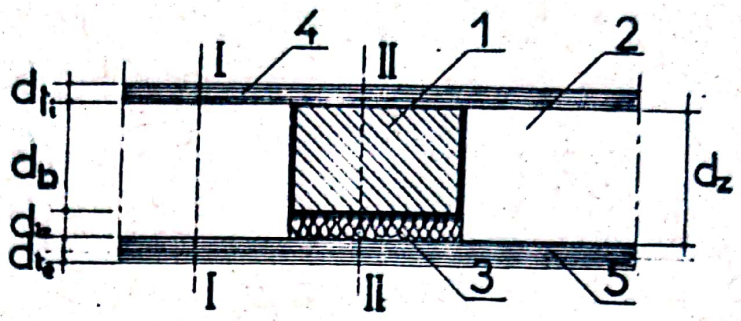


Fig.65. Izolarea punţilor termice în zona stîlpilor de beton armat.

1. stîlp beton armat 2. zidărie de umplutură
3. strat izolant termic 4. tencuială interioară
5. tencuială exterioară

de unde:

$$d_{iz} = \left(\frac{d_z}{\lambda_z} - \frac{d_b}{\lambda_b} \right) \cdot \lambda_{iz} \qquad (8)$$

10. Pereţi de demisol sau subsol

Pereţii de demisol delimitează spre exterior sau separă între ele încăperile subsolurilor clădirilor.

Subsolul este nivelul inferior al clădirii situat sub cota terenului natural. Dacă subsolul este numai parţial îngropat în teren se numeşte demisol. Unele clădiri pot avea două sau trei subsoluri. In subsol sînt amplasate funcţiuni de deservire ale clădirilor: depozite, spălătorii, magazii, centrale termice. Prin poziţia lor faţă de teren, pereţii de subsol trebuie să preia împingerile terenului şi să reziste la acţiunea umidităţii. Sistemul de construcţie a pereţilor de

subsol depinde de nivelul de apă subterană.

Dacă nivelul apelor subterane este cu mai mult de 1 m sub baza fundației, peretele de subsol se consideră în condiții de mediu uscat. La partea superioară a fundației se prevede izolație hidrofugă, iar fața exterioară verticală a peretelui se tratează cu izolație bituminoasă, prin vopsire (fig.66), aplicată pe suport din mortar de ciment.

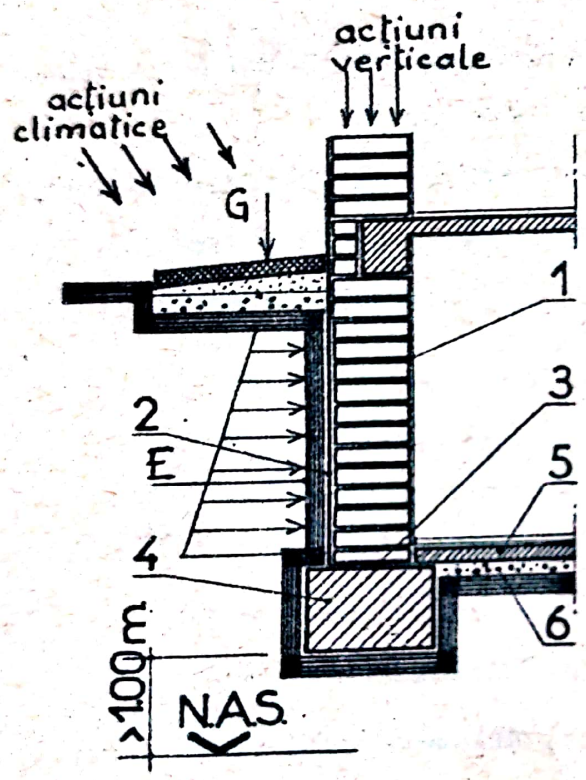


Fig.66. Peretele de subsol în mediu uscat 1. perete subsol
2. hidroizolație verticală
3. hidroizolație orizontală
4. fundație 5. pardoseala
6. strat pietriș

E. împingerea pământului
G. sarcini din circulație

Dacă nivelul maxim al apelor subterane depășește cu mai mult de 1,0 m nivelul superior al betonului de egalizare la pardoseala subsolului, pe lîngă asigurarea etanșeității, pereții și pardoseala trebuie să reziste și la acțiunea forțelor din împingerea și subpresiunea apei. Soluția cea mai eficace în acest caz este structura monolită a pereților cu radierul sub forma unei cuve de beton

armat (fig.67), izolată hidrofug orizontal şi vertical. In funcţie de condiţiile de umiditate, pereţii de subsol se pot realiza din:

- zidărie de cărămidă;
- zidărie din blocuri de beton greu;
- zidărie din piatră naturală;
- beton armat monolit;
- structură mixtă (zidărie şi beton, fig.68).

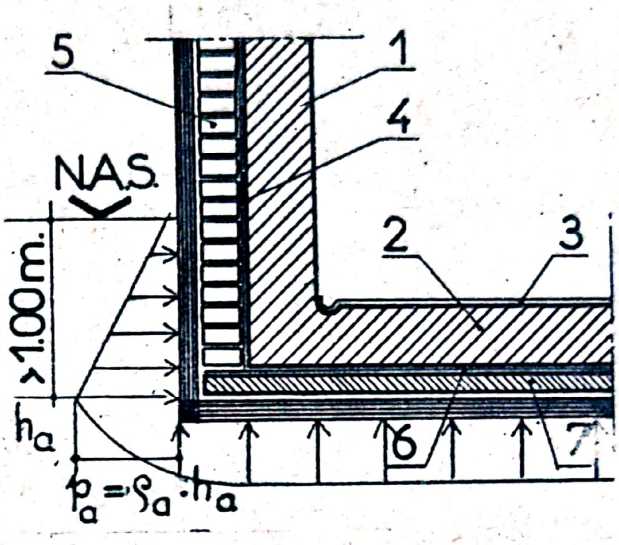


Fig.67. Perete de subsol în apă
1. perete 2. radier 3. pardoseală 4. hidroizolaţie verticală 5. perete de protecţie 6. hidroizolaţie orizontală 7. beton de egalizare.

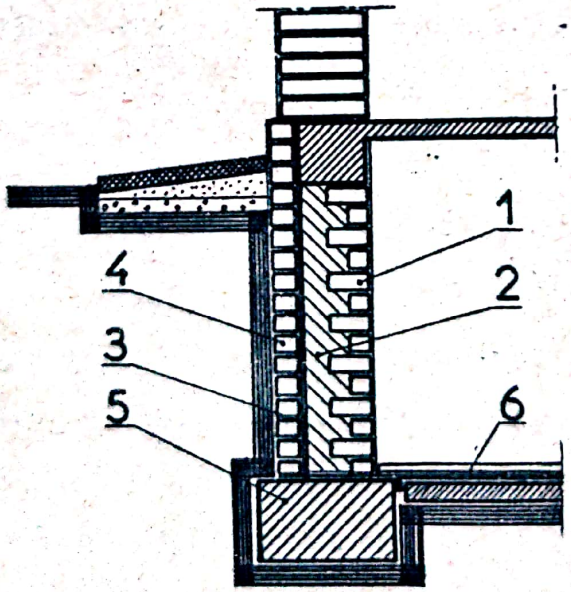


Fig.68
Perete de subsol cu structură mixtă
1. zidărie în strepi 2. beton 3. hidroizolaţie verticală 4. zidărie de protecţie 5. fundaţie 6. hidroizolaţie orizontală

Pentru a asigura o bună iluminare şi ventilare, peretele de subsol se poate executa cu glaful interior teşit (fig.69).

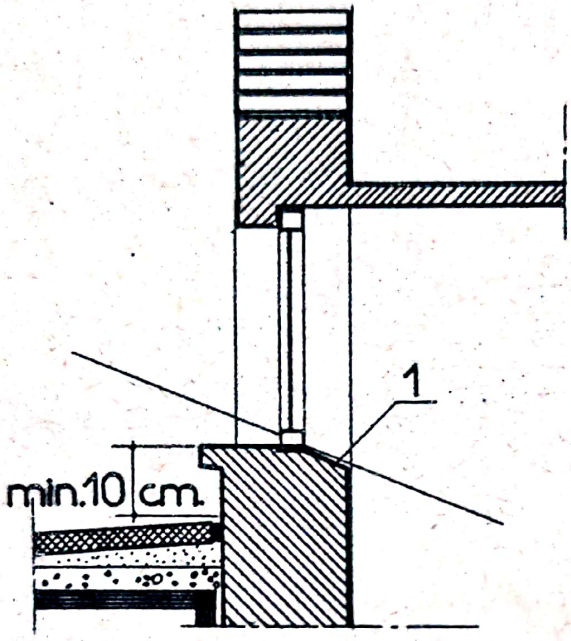


Fig.69
Gol de fereastră pentru demisol

Pentru a mări suprafaţa ferestrelor la construcţiile cu subsol, se pot adopta curţi de lumină şi ventilare, avînd forma în plan dreptunghiulară şi pardoseala dispusă cu 10...15 cm sub solbancul ferestrei (fig.70). Pereţii şi fundaţiile curţilor de lumină se realizează din beton. Pardoseala curţilor se prevede cu pantă de 3...5% pentru a permite colectarea şi scurgerea apelor spre exterior.

La clădirile construite la stradă sau în cazul cînd e necesar un planşeu carosabil se poate folosi glasbeton, din dale înglobate în beton armat (fig.71).

In cazul încăperilor de subsol ce necesită ieşire directă în exterior (pericol de explozie, cum este cazul la centralele termice, de exemplu), curtea de lumină este prevăzută cu scară de acces amplasată lîngă peretele exterior al construc-

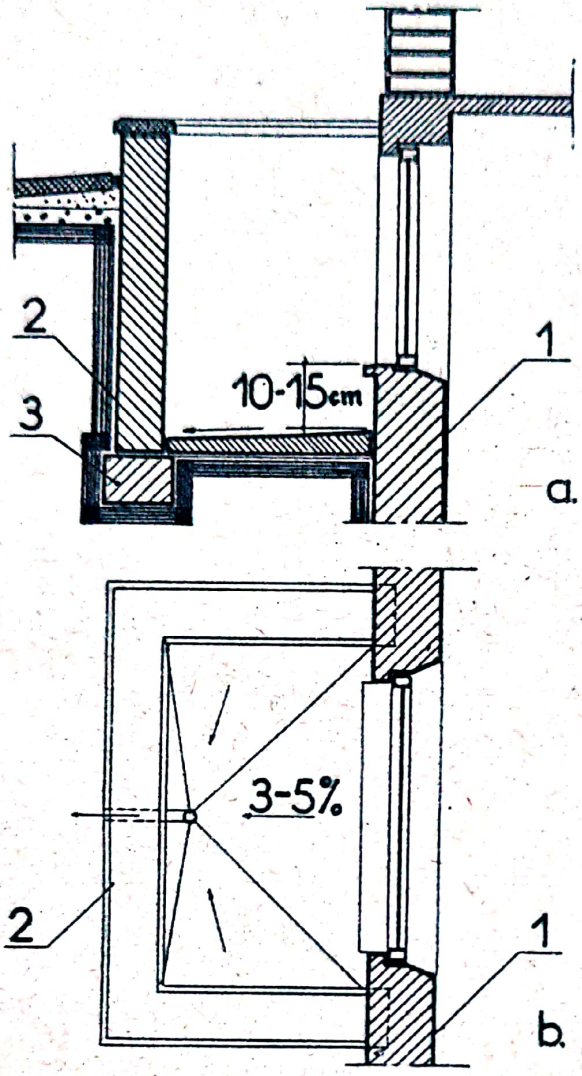


Fig.70

Fereastra de subsol cu curte de lumină

a) secţie b)plan

1. perete subsol

2. perete curte

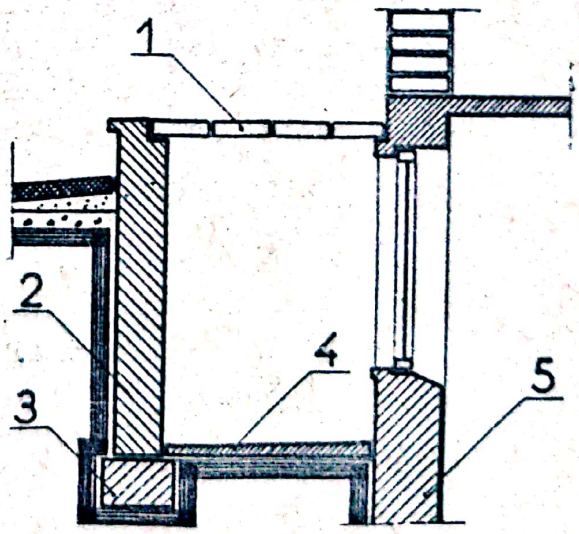


Fig.71

Curte de lumină cu planşeu de glasbeton

1. glasbeton 2. perete curte 3. fundaţie 4. pardoseala 5. perete subsol

ţiei (fig.72). Curtea de lumină poate fi acoperită sau neacoperită. La nivelul podestului inferior se asigură scurgerea apelor din precipitaţii.

La încăperi de subsol fără ferestre sau curţi de lumină

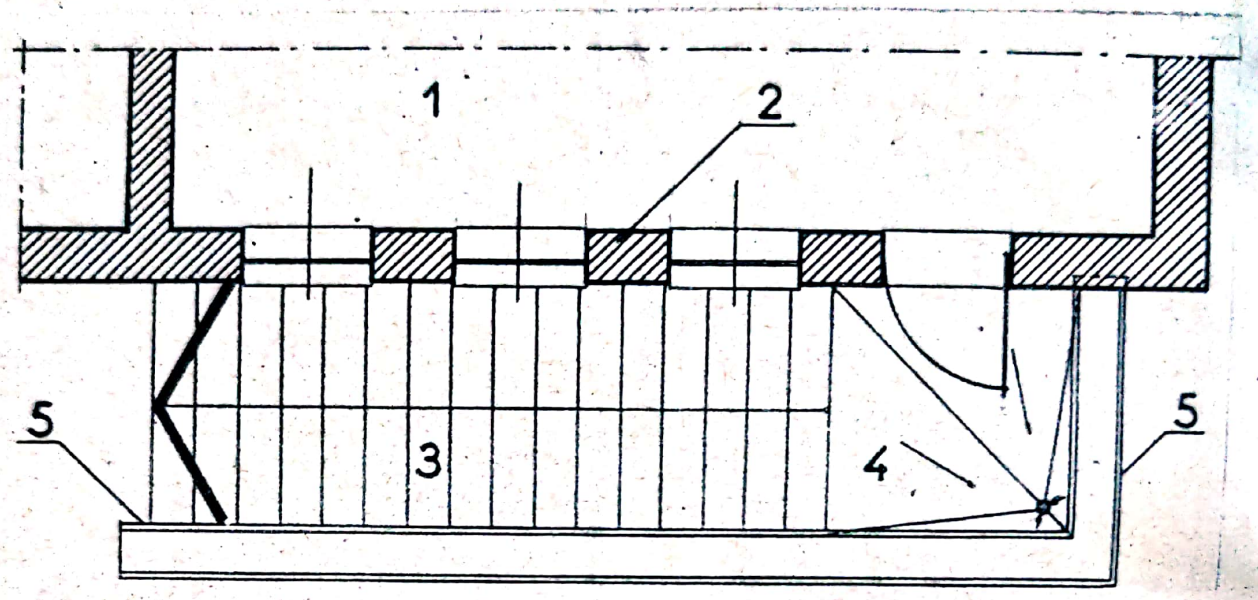


Fig.72. Curte de lumină cu acces exterior 1. încăpere subsol 2. perete subsol 3. scară exterioară de acces 4.podest 5.peretele curţii de lumină

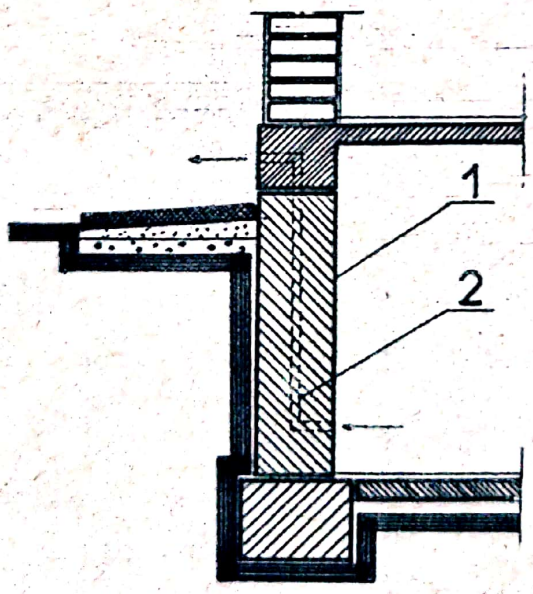


Fig.73. Perete de subsol cu canal de ventilaţie 1.perete subsol 2.canal de ventilaţie

se prevede ventilarea naturală a încăperilor prin canale verticale dispuse în pereţi (fig. 73). In acest mod excesul de umiditate din subsol este difuzat în exterior asigurîndu-se condiţii de mediu uscat în încăpere.

11. PEREȚI CORTINĂ

Acest sistem constructiv a apărut pentru prima dată în S.U.A., unde a luat o dezvoltare deosebită. Se aplică mai ales la construcțiile cu structură în cadre din oțel și beton armat și mai rar la construcții cu pereți turnați monolit. Pereții cortină se pot adopta la clădiri administrative înalte și la clădirile comerciale și la unele construcții industriale.

Pereții cortină sînt atîrnați sau sprijiniți pe scheletul de rezistență, au dimensiuni modulate și se asamblează la fața locului prin procedee complet uscate. Din punct de vedere structural se caracterizează în general printr-un schelet propriu de rezistență. Elementele pereților cortină transmit separat greutățile proprii și presiunile vîntului, scheletului principal de rezistență al clădirii.

Pereții cortină sînt alcătuiți din elemente relativ mari, deosebit de subțiri și ușoare. Pereții cortină trebuie să reflecte dispoziția interioară a construcției și trebuie să fie în concordanță cu aceasta.

Dimensiunile elementelor de bază trebuie să fie în funcție de înălțimea construcției. Impărțirea acestora trebuie să corespundă stîlpilor cadrelor și poziției pereților despărțitori.

Fațada clădirii din panouri cortină trebuie să fie suplă, bine proporționată și să nu fie monotonă. In ce privește poziția pereților cortină față de scheletul principal de rezistență al clădirii, se cunosc două tipuri de bază, fig.74.

a. Clădiri cu panourile dispuse între stîlpi și în fața

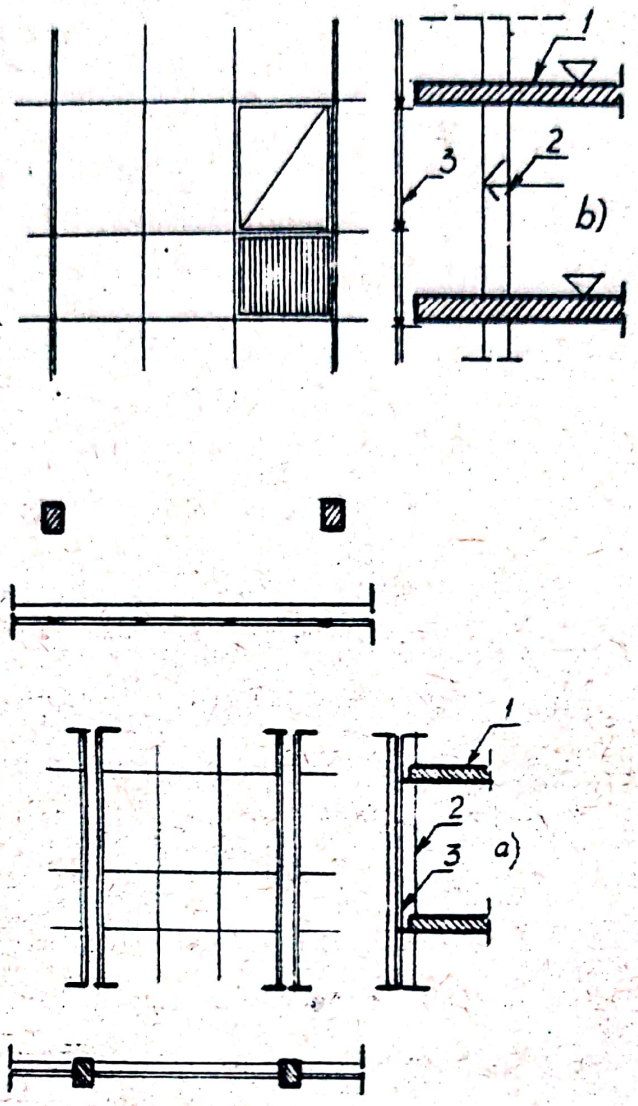


Fig.74. Poziţia panourilor cortină
faţă de scheletul de rezistenţă
a) între stîlpi; b) în faţa stîlpilor
1. planşeu; 2. stîlp; 3. perete cortină

stîlpilor şi planşelor.

Cea mai frecventă rezolvare este a doua, stîlpul putînd fi plasat imediat după peretele cortină sau la o depărtare de acesta.

In ce priveşte structura constructivă a pereţilor cor-

tină se disting două tipuri de bază, fig.75:

a. Structură din nervuri în rețea

b. Din elemente de panouri.

Dimensiunile elementelor sînt modulate. Lățimile lor pot varia între 1,20 și 1,80 și 2,40... 3,00 m. În general ele au înălțimea unui etaj sau a două etaje.

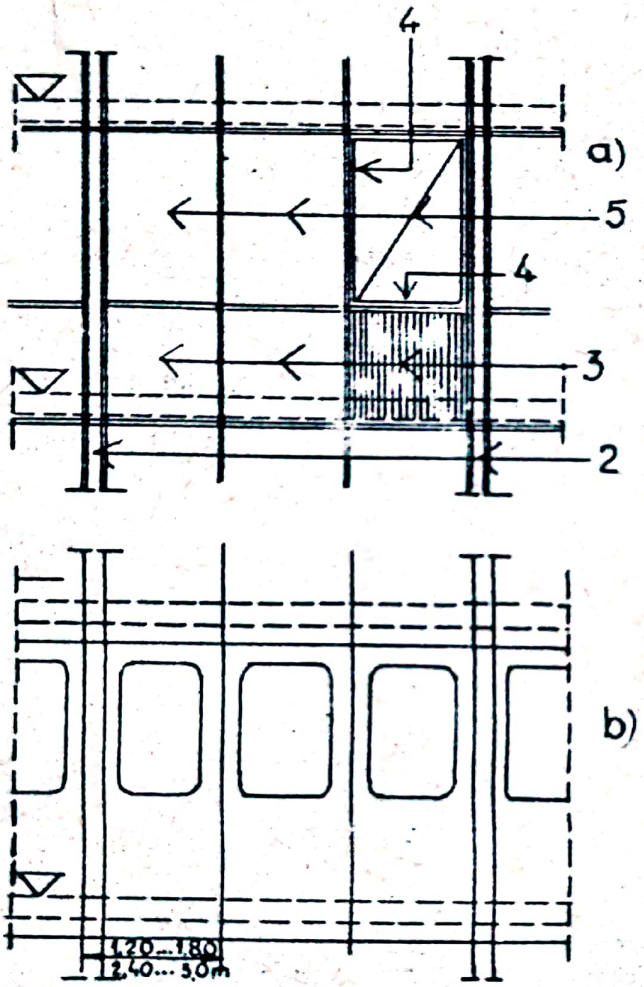


Fig.75. Structura constructivă a panoului cortină.

a) nervuri în rețea; b) panouri
1. nervură despărțitoare; 2. bară verticală de susținere; 3. parapet; 4. ramă cadru; 5. fereastră

La pereții cortină cu structură din nervuri, pe scheletul portant se fixează o rețea de susținere, ferestre și parapete. Marginile grătarului de susținere și a nervurilor de susținere sînt în general din tablă de oțel sau bare presate de aluminiu.

Ferestrele se pot realiza cu posibilitatea de deschidere sau cu înrămare fixă. Elementul parapetului poa-

te fi din metal, sticlă sau material plastic cu rol de delimitare spațială și de izolație termică, fonică și hidrofugă. In majoritatea cazurilor sînt folosite elemente în mai multe straturi ce îndeplinesc toate condițiile de mai sus.

In prima soluție parapetul se poate așeza peste planșeu, fiind independent de pereții cortină, fig.76. Montarea elementelor nervurilor se poate face la fața locului sau în fabrică. In primul caz transportul este mai simplu, dar asamblarea este mai greoaie.

Din acest motiv soluția a doua este mai răspîndită. La pereții cortină din panouri, pe scheletul portant se fixează elemente de suprafață cu structură compusă, formate din mai multe straturi. Elementele panourilor pot fi pline sau pot avea goluri pentru ferestre.

Suprafața panourilor se face din plăci de metal a căror

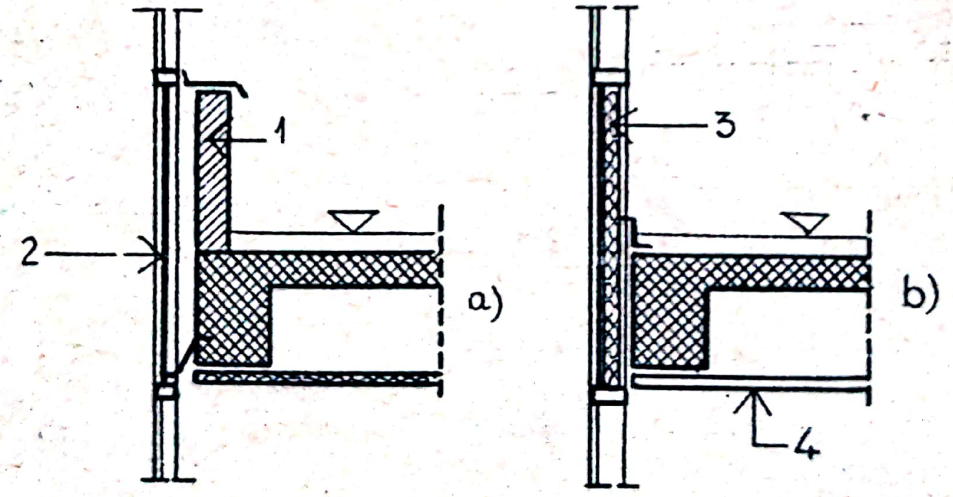


Fig.76. Alcătuirea parapetului a) parapet independent;
b) panouri cortină 1. parapet zid; 2. placaj sticlă mată (apanol) 3. panou în mai multe straturi;
4. tavan mascat

rigiditate se asigură prin: îndoire, nervurare, proeminente, reliefare şi adîncire. Acest mod de alcătuire este avantajos şi din punct de vedere al variaţiei de temperatură. Ferestrele se fac pe baza principiilor de executare a geamurilor autovehiculelor.

Nervurile şi structura de susţinere pot fi executate din oţel laminat, diferite profile de oţel şi aluminiu, tablă de oţel presat, sau de aluminiu, mai rar profile de aramă. La structuri din panouri se poate folosi lemnul sau betonul armat.

Elementele pline din punct de vedere al grosimii sînt alcătuite din trei părţi, fig.77:

- strat exterior;
- strat de mijloc, termoizolator;
- strat interior.

Structurile enumerate mai sus se asamblează între ele

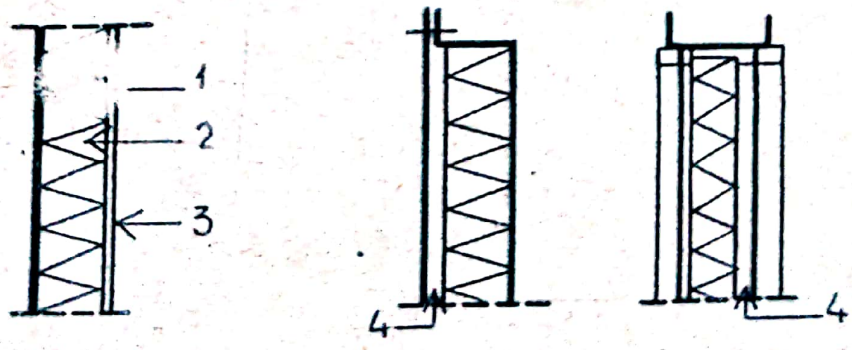


Fig.77. Alcătuirea panourilor pline
1. placă exterioară; 2. izolaţie termică
3. placă interioară; 4. aer.

prin lipire sau legare mecanică, fig.78.

In cazul al doilea, între stratul exterior şi cel termoizolator poate să intervină un strat de aer, în care trebuie să evităm curenţii de aer şi condensarea vaporilor de apă.

Materialele stratului exterior pot fi plăci plane, riglate, presate, fig.79, din:

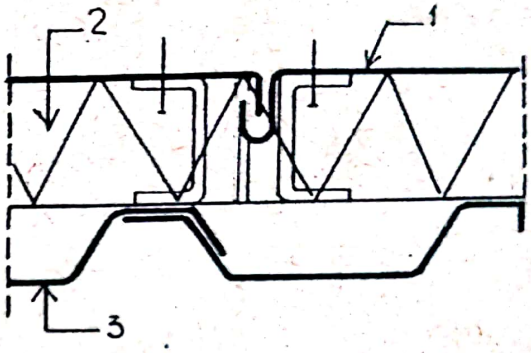


Fig.78
Ansamblarea panourilor în 3 straturi
1-placă interioară;
2-termoizolaţie;
3- placă exterioară

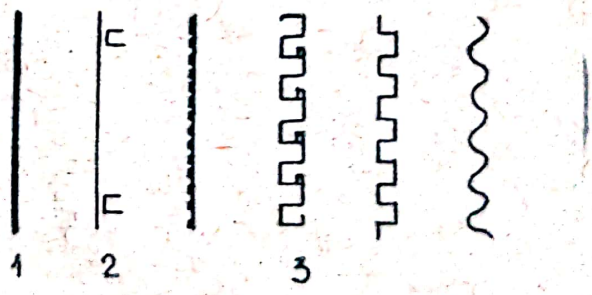


Fig.79. Materialele plăcilor exterioare
1-plane; 2-riglate;
3- presate

- metal anticoroziv prin presare (oţel anticoroziv, oţel zincat şi oţel emailat;

- aliaj metalic uşor (aluminiu eloxat);

- sticlă colorată, opacă sau transparentă, cu posibilitate de înlocuire în caz de deteriorare;

- materiale plastice;

- învelişuri metalice sub formă de folii sau plăci alcătuite din mai multe straturi (exemplu plăci din răşini poliesterice colorate şi întărite cu fibră de sticlă);

- lemn, sub formă de placaj;

- plăci de azbociment, plane sau ondulate.

Materialul termoizolator poate fi: natural sau artificial cu structură fibroasă, bumbac mineral, bumbac de sticlă etc. sub formă de:

- structuri colorate închise, din spumă minerală, exemplu PVC, polistiren expandat;

- hîrtie fonoabsorbantă protejată cu răşină de fenol, plăci de aluminiu cu structură în fagure;

- beton celular, gips celular, plăci de perlit, vermiculit;

- plăci fibrolemnoase, PAL sau PFL.

Peste elementele de izolaţie termică, sensibile la umiditate, se aplică o barieră de vapori.

Stratul interior poate fi din aceleaşi materiale folosite pentru stratul exterior sau din plăci de ipsos.

Solidarizarea pereţilor cortină se poate realiza prin:

a) bare orizontale fixate de planşeu, fig.80 a;

b) bare verticale fixate de planşeu, fig.80 b;

c) prin punctare la planşeu, la cele patru colţuri ale elementului, fig.80 c.

Scanned with OKEN Scanner

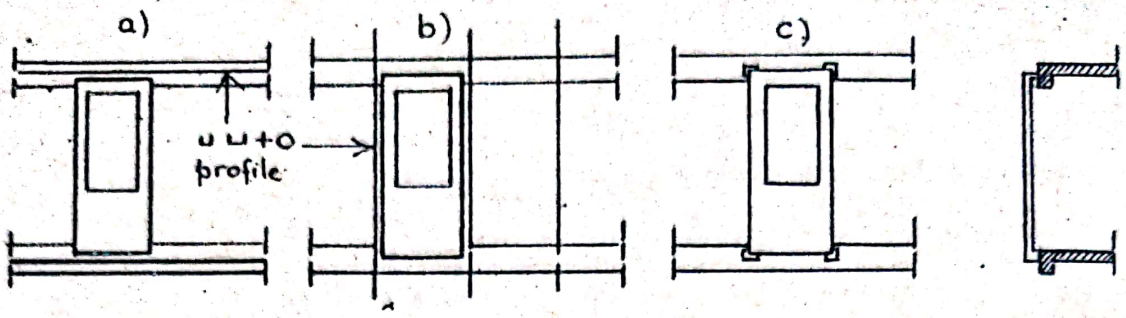


Fig.80. Solidarizarea panourilor cortină de planșeu

Dintre tipurile amintite mai sus, cel mai frecvent folosit este cazul cînd fixarea se prevede la partea de jos a planșeului prin sprijinire, sau la partea de sus a planșeului prin atîrnare, fig.81. In fig.82 se prezintă schema statică a panoului cortină în cazul elementelor suspendate sau rezemate. Sarcinile ce intervin provin din greutatea G proprie a panoului și din acțiunea vîntului, p_v.

Pentru fixarea elementelor se folosesc profile T și L din oțel, sau profile speciale, fixate prin bulonare.

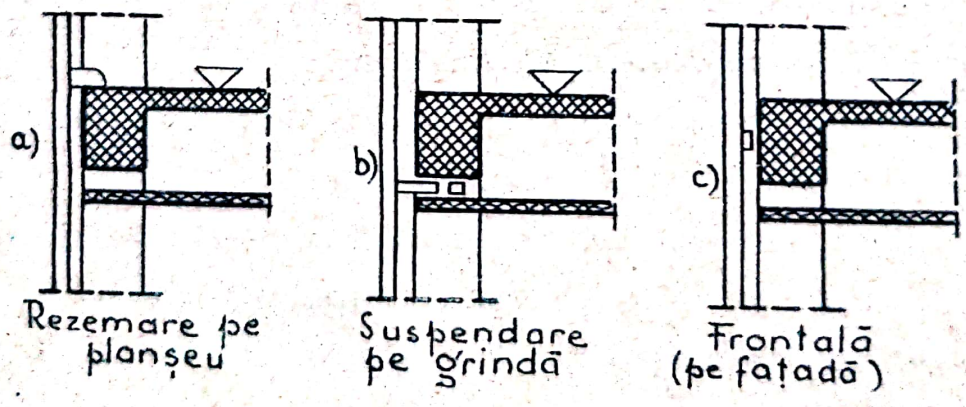


Fig.81. Sistemul de fixare a panourilor cortină

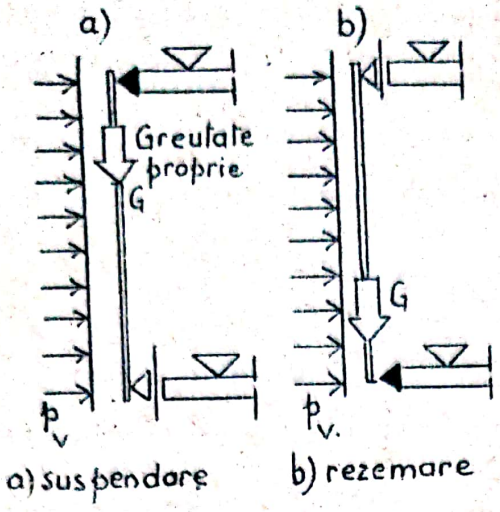


Fig.82

Schema statică a pereţilor cortină

G-greutatea proprie

p_v-sarcina din vîrf

Fixarea trebuie făcută în aşa mod încît să permită centrarea elementelor pe două direcţii. Din această cauză găurile pentru buloane au formă alungită.

La realizarea pereţilor cortină în faţa scheletului, independent de schelet, trebuie realizată închiderea rosturilor între planşeu şi perete, reducîndu-se posibilitatea de trecere a zgomotului, fig.83.

Principalele cerinţe în ce priveşte asamblarea elementelor între ele sau de scheletul de rezistenţă sînt:

- îndeplinirea condiţiilor de etanşeitate cerute de fizica construcţiilor şi din punct de vedere structural (termoizolaţie, fonoizolaţie şi hidroizolaţie);

- asigurarea posibilităţilor de deformare prin dilatare şi contracţie .

84;

- asamblarea sau înlocuirea elementelor să fie posibilă şi din interior.

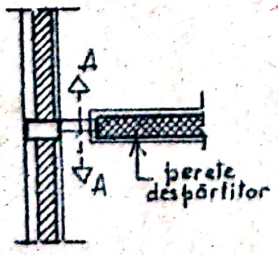


Fig.83. Evitarea punţilor acustice (A)

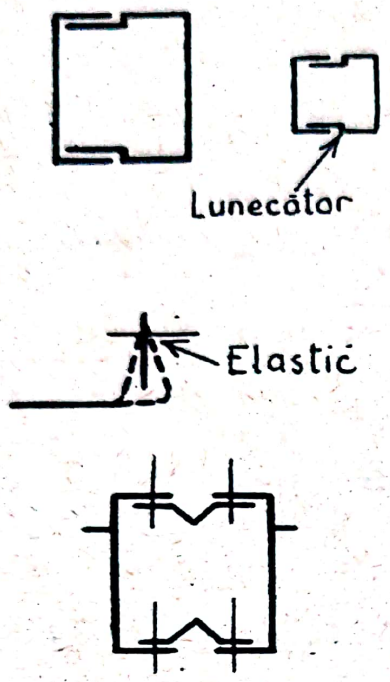


Fig.84. Deformarea liberă a panourilor în zona legăturilor

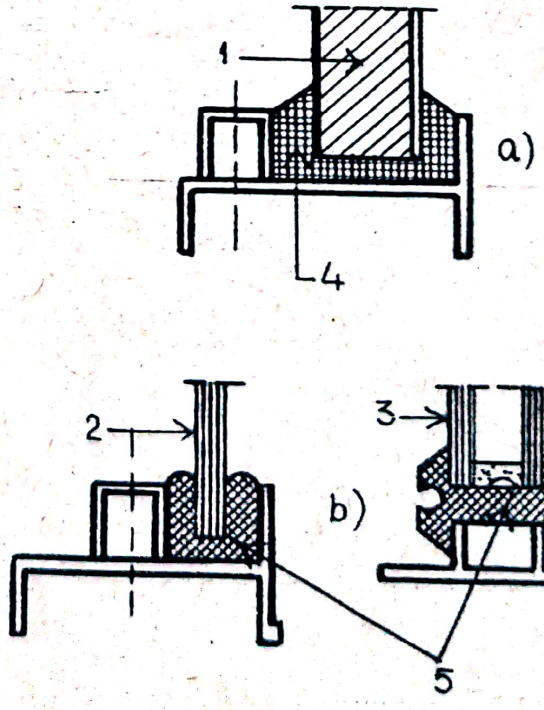
Fig.85

Etanșeizarea rosturilor a)cu chit; b) cu benzi profilate 1-panou; 2-sticlă; 3-sticlă termopan; 4-chit elastic; 5-benzi de profile

La pereții cortină trebuie să asigurăm pe de o parte etanșeitatea elementelor de nervură, de parapet și de fereastră între ele și pe de altă parte trebuie asigurată etanșeitatea rosturilor panourilor. Aceasta e o cerință esențială pentru - că lungimea rosturilor la asemenea pereți este mai mare decît la pereții obișnuiți.

Etanșeizarea se poate realiza astfel:

a) cu paste și chituri care nu îmbătrînesc, rămîn plastice și aderă de pereții elementelor, fig.85 a;



b) cu ajutorul benzilor de etanşeizare, cu secţiuni şi profile diferite, care realizează o hidroizolaţie, prin presarea lor de perete, folosindu-se neopren, bandă din PVC spumos, fig.85 b).

12. Pereţi din beton monolit

12.1. Consideraţii generale

Paralel cu extinderea prefabricatelor la realizarea construcţiilor asistăm, în numeroase ţări ale lumii, la utilizarea pereţilor din beton monolit, turnat în cofraje demontabile sau glisante, sistem care se caracterizează tehnologic prin mecanizare şi industrializare, reducerea manoperei pe şantier, ridicarea productivităţii muncii şi printr-un ritm susţinut de construcţie. Avantajele acestui sistem sînt:

- Adaptarea judicioasă a grosimii pereţilor exteriori la cerinţele statice şi termotehnice. Dacă la pereţi de zidărie de cărămidă treapta de variaţie a grosimii pereţilor de 12,5 cm (fig.86 a) este neeconomică, la pereţii din beton monolit grosimea minimă "d" (fig.86 b) se alege în funcţie de condiţiile termice şi de rezistenţă şi se adaptează economic la grosimi variate, cu treapta de variaţie de 5 cm (fig.86 c)

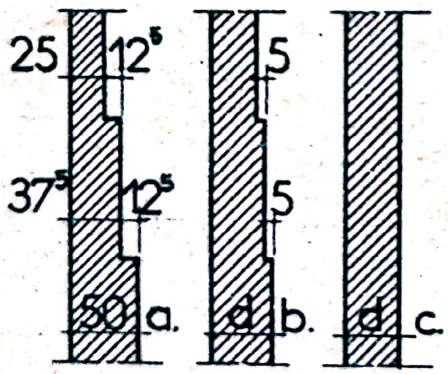


Fig.86. Variaţia grosimii pereţilor exteriori
a) zidărie de cărămidă
b) beton monolit c)beton cu puţine nivele(d.constant)

- Reducerea greutăţii proprii a construcţiei, economia de material, reducerea volumului de transport şi micşorarea necesarului de manoperă. Economia de ciment poate ajunge pînă la 50% faţă de panouri mari;

- Cheltuieli de investiţie minime, necesare pentru cofraje şi malaxoare de preparare a betonului;

- In cazul folosirii de agregate uşoare, economia de combustibil faţă de zidărie poate fi pînă la 70%;

- Reducerea duratei de execuţie şi preţului de cost cu 5...30% faţă de sistemele tradiţionale. Ca dezavantaj se menţionează caracterul sezonier al acestor construcţii bazate pe procese umede.

Distingem două sisteme în dezvoltarea pereţilor din beton monolit:

- pereţi omogeni din betoane uşoare cu agregate naturale sau artificiale, executate în cofraje demontabile;

- pereţi neomogeni din betoane grele, în 2-3 straturi, executaţi în cofraje alunecătoare, cofraje plane sau spaţiale.

12.2. Evoluţia acestui sistem constructiv

Primele construcţii cu pereţi din beton monolit cu parter s-au realizat în 1900. Din 1920 se construiesc case cu 1-2 niveluri din beton turnat în cofraje de lemn în U.R.S.S., Germania, Anglia, Australia. Din 1930 se folosesc şi cofraje metalice. După 1945, în Germania şi Polonia se construiesc clădiri din beton cu agregate ceramice.

In afară de clădiri cu 1-2 niveluri se constată utilizarea acestui sistem constructiv şi la clădiri cu 10...16 niveluri în Franţa, S.U.A., Suedia, Italia, Austria. In afară de cofraje cu perete plin de lemn sau metal, se întîlnesc şi

cofraje cu schelet de lemn sau metal şi perete din sîrmă sau tablă perforată.

12.3. Construcţii din beton uşor în R.S.România

Intre anii 1940...1942 s-au executat la Reşiţa primele construcţii cu pereţi din beton cu steril de haldă. Lipsa agregatului mare, conţinutul ridicat de agregat fin (0...7 mm) şi cantitatea mare de apă a condus la fenomene de contracţie şi fisuri. La Livezeni s-au executat clădiri cu pereţi din beton cu agregat de zgură de locomotivă, ciment şi adaos de var.

In 1952-1953 s-au executat la Hunedoara clădiri cu pereţi monoliţi din beton cu agregat de zgură expandată, fabricat experimental la o staţie de expandare. Pe baza studiilor efectuate de I.C.S.C. s-au executat în anii 1956-1957 cîteva vile parter şi etaj, pe şoseaua Giurgiu- la Bucureşti, cu pereţi monoliţi din beton cu agregat de argilă expandată (granulit) în cofraj din panouri de duraluminiu. La Petroşani s-a folosit agregat de steril ars de mină şi la Braşov agregat de scorie bazaltică. Betonul este turnat în cofraj din plasă de sîrmă sau tablă perforată. In 1959 betonul cu scorie bazaltică a fost extins în Bucureşti la clădiri cu P + 2 şi P + 3 niveluri.

12.3.1. Caracteristicile materialelor

In cadrul construcţiilor experimentale în R.S.România s-au folosit agregate avînd caracteristicile prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Nr. crt.	Tipul agregatului	Granulometrie	Greutatea specifică aparentă ρ kg/m^3
1.	Scorie bazaltică 0-15 mm	fracțiunea 0-7 mm 50%+60% " 7-15 mm 50%-40%	≅ 900
2.	Argilă expandată 0-30 mm	" 0-7 mm 40-55%	900
3.	Zgură expandată	" 0-40 mm	-
4.	Steril ars de mină 0-30 mm	" 0-7 mm 5-12% " 7-15 mm 53-65% " 15-30 mm 30-35%	1100-1200
5.	Tuf vulcanic de Tușnad	" -	1000

Caracteristicile betoanelor realizate cu aceste agregate sînt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Nr. crt.	Tipul betonului	Structura	ρ kg/m^3	λ W/m.°C	Contracția mm/m
1	2	3	4	5	6
1.	Beton cu agregat de steril ars de mină	macroporoasă	1650 1700	0,58-0,65	0,50
2.	Beton cu agregat din argilă expandată	semi-compactă	1050 1400	0,47	0,25
3.	Beton cu agregat de zgură expandată	semi-compactă	1550 1350	0,47	0,3
4.	Beton cu agregat de scorie bazaltică	semi-compactă	1550 1580	0,47-0,51	0,35-0,45
5.	Beton cu agregat de tuf vulcanic		1350 1600	0,70	0,3-0,33

Marca betoanelor este cuprinsă între B 35 şi B 70, iar grosimea pereţilor exteriori funcţie de caracteristicile termice ale materialelor şi destinaţia construcţiilor, conform datelor din tabelul 3.

Tabelul 3

Nr. crt.	Tipul peretelui	Grosimea peretelui la clădiri de locuit cm	Grosimea peretelui la clădiri social-culturale cm
1.	Beton de steril	32,5-37,5	27,5-37,5
2.	Beton de argilă expandată	22,5-30	22,5-27,5
3.	Beton de granulit	22,5-30	22,5-27,5
4.	Beton cu scorie bazaltică	22,5-30	22,5-27,5

Betoanele B 35 se folosesc la clădiri cu parter şi etaj, iar B 50, B 70 pentru parterul şi etajul clădirilor cu mai multe niveluri. Pentru realizarea acestor mărci se folosesc dozaje de 200...230 kg ciment/m^3, cu raportul A/C cît mai scăzut. Rezistenţa betonului la îngheţ-dezgheţ se ia minimum 20 cicluri.

11.3.2. Elemente constructive

Pereţii clădirilor din beton mijlociu sau uşor se realizează în general de grosime constantă pe toată înălţimea clădirii, 30...35 cm (fig.87), variindu-se marca betonului prin variaţia dozajului de ciment.

Pereţii interiori se realizează de 20 cm între apartamente şi 15 cm în cazul elementelor portante în cadrul acelu-

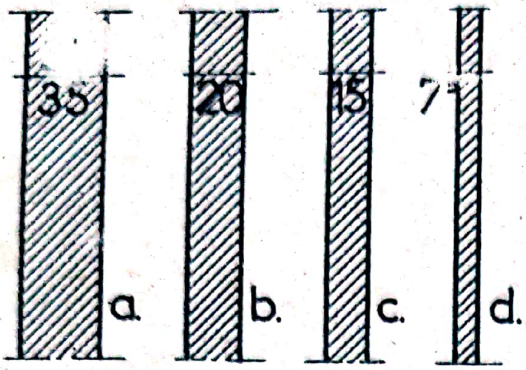


Fig.87. Pereţi omogeni de grosime constantă a)exteriori b)între apartamente c) interiori d)autoportanţi interiori

iaşi apartament. Pereţii autoportanţi despărţitori se pot realiza din cărămidă găurită de 7,5 cm grosime sau din alte materiale uşoare (ipsos + trestie, ipsos + rumeguş, PAL etc.). Planşeele se realizează din beton monolit greu.

Pentru preluarea eforturilor din contracţii se prevăd armări constructive ale pereţilor la colţuri, ramificaţii şi intersecţii (fig.88).

In jurul golurilor de ferestre şi uşi se prevăd armături constructive (fig.89) pe două sau patru laturi (fig.90 a,b). La deschideri mai mari de 1,5 m se prevăd buiandrugi din beton greu. La nivelul planşeelor se prevăd centuri armate din beton greu. Distanţa între rosturile de deformaţie se ia 15 m(fig.91).

Pereţii din beton macroporos, la clădiri cu umiditate

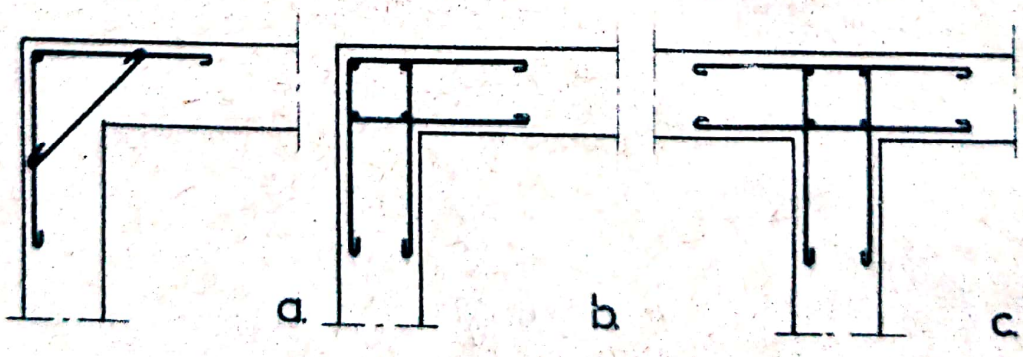


Fig.88. Armarea constructivă a pereţilor din beton monolit

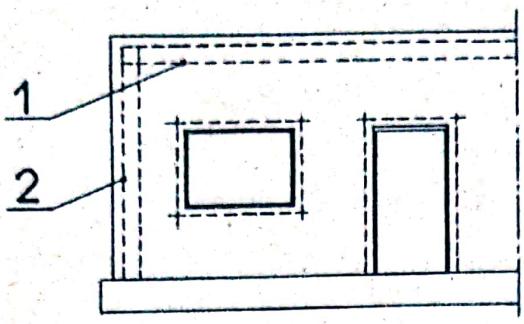


Fig.89

Armarea constructivă pentru preluarea eforturilor din contracţii 1.centură 2.stîlp

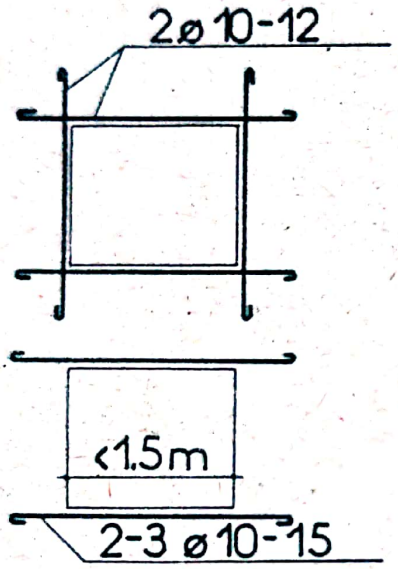


Fig.90.Armarea constructivă în jurul golurilor(uşi,ferestre)

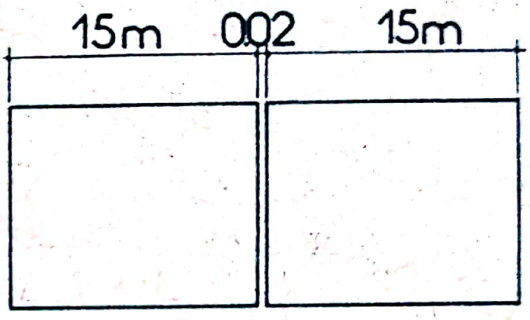


Fig.91.Rosturi din contracţii

mai mare de 75%, se etanşeizează la interior cu barieră de vapori. In regiuni seismice armarea pereţilor este obligatorie. Coeficientul de siguranţă, după normele germane, se ia minimum 5.

Folosirea pereţilor din beton monolit uşor conduce la micşorarea greutăţii totale a construcţiei cu 25% faţă de zidăria de cărămidă obişnuită, ceea ce se reflectă favorabil şi la dimensionarea fundaţiilor. Un avantaj al pereţilor din beton monolit constă din grosimea redusă a tencuielilor,3...4

mm, ceea ce se obţine datorită planeităţii suprafeţelor în cazul unei execuţii corespunzătoare.

12.3.3. Cofraje

Pereţii din betoane uşoare se realizează în cofraje din panouri uşoare, de 30...60 cm grosime, cu greutate de maximum 40 kg, manipulabile de 2 oameni, de înălţime egală cu 1...2 niveluri (fig.92).

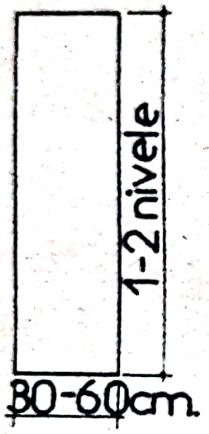


Fig.92 Dimensiunile panourilor

Cele mai uşoare cofraje s-au dovedit cele cu schelet de lemn (fig.93 a) şi peretele din sîrmă (fig.93 b), tablă perforată (fig.93 c) sau placaj bachelitizat (fig.93 d). Se pot folosi şi plăci fibrolemnoase hidrofugate. Cofrajele de duraluminiu şi hidronaliu experimentate la Petroşani şi Braşov s-au dovedit neeconomice şi greu de manipulat.

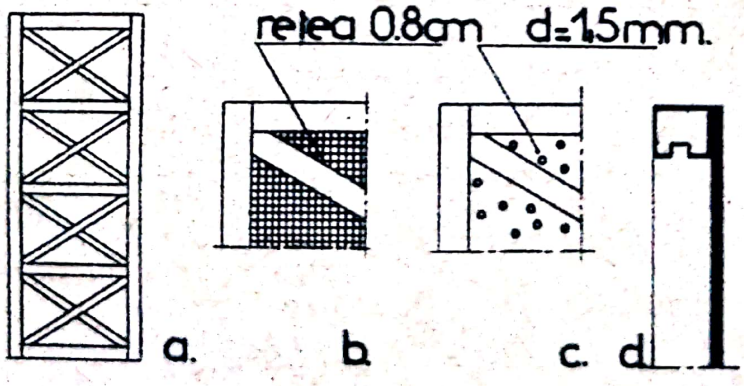


Fig.93. Cofraje de lemn; a)scheletul de lemn b) schelet şi sîrmă c) tablă perforată d) placaj

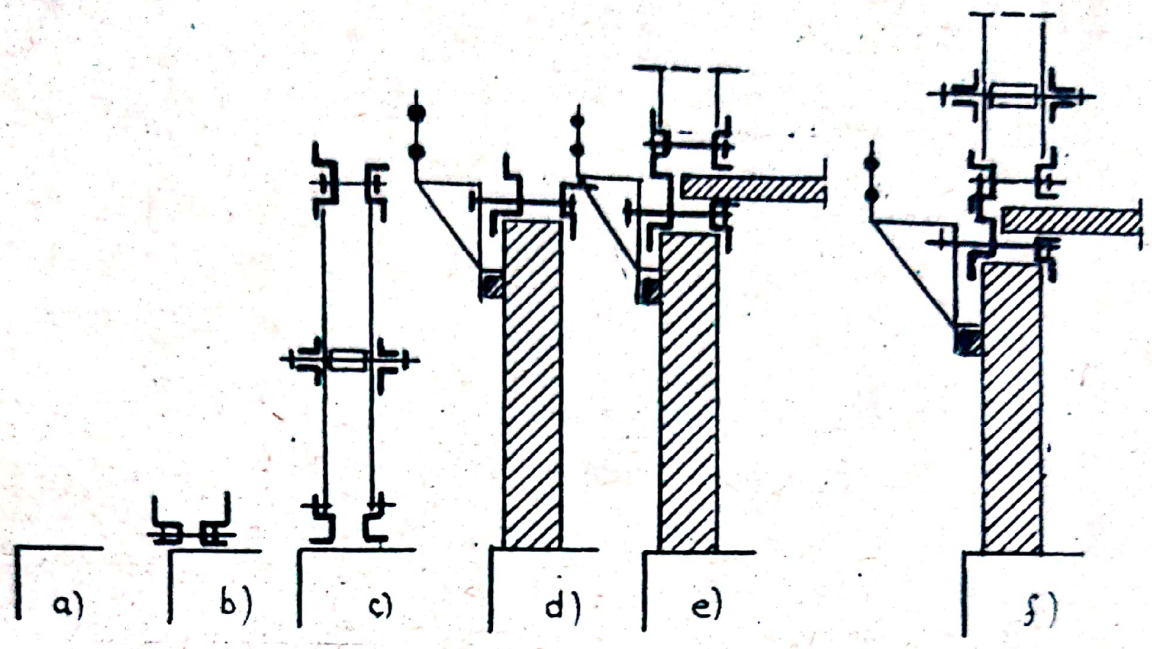


Fig.94. Faze succesive în montarea cofrajelor la pereți din beton monolit

a) soclu; b) ghidaje inferioare; c) panouri și ghidaje superioare; d) schelă; e) ghidaje inferioare la peretele etajului superior; f) cofrarea etajului superior

La alcătuirea cofrajelor pentru clădiri din beton monolit intervin elementele:

- ghidaje inferioare, montate la partea inferioară a cofrajului de perete cu rolul de a servi la alinierea și rezemarea panourilor de cofraj;
- panourile de cofraj;
- ghidaje superioare pentru rezemarea cofrajului de planșeu și rigidizarea acestuia;
- console pentru cofrat cornișa;
- console pentru schela exterioară.

Fazele succesive în montarea cofrajelor la pereți din beton monolit sînt prezentate în fig.94.

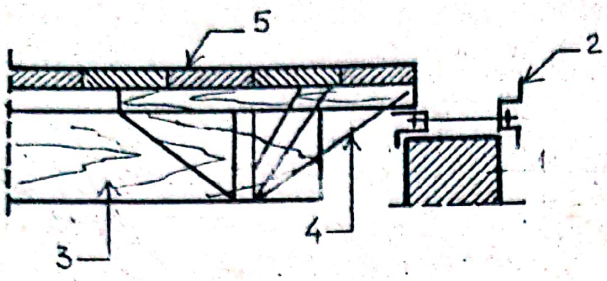


Fig.95. Cofraj de planşeu
1-perete; 2-ghidaje inferioare;
3-grindă extensibilă; 4-tirant;
5-panou

Cofrajele de lemn permit o refolosire pînă la 40 cicluri. Pentru planşee se folosesc panouri de inventar care reazemă pe grinzi de lemn extensibile, fig.95.

Ciclul de reutilizare a panourilor la pereţi, realizate în R.S.România este 5 zile şi la planşeu, 15 zile.

Tehnologia de execuţie se supraveghează cu rigurozitate şi exigenţă pentru realizarea unor construcţii corespunzătoare. Turnarea betonului se face în straturi avînd înălţimea 30...40 cm, cu raportul A/C scăzut, compactîndu-se cu şipcă sau mecanic. Cofrarea pereţilor se poate realiza ca rezistenţa minimă de 8 kg/cm^2, la 24 ore după turnarea planşeului. După terminarea betonului se asigură cantitatea de apă necesară proceselor de hidratare ale cimentului, cel puţin pe o durată de 3 zile.

12.3.4. Indici tehnico-economici

Clădirile cu pereţi din beton monolit uşor şi mijlociu prezintă următorii indici tehnico-economici:

- Reducerea volumului pereţilor cu 6...27% faţă de sistemele tradiţionale;
- Reducerea greutăţii proprii a construcţiei cu 25% datorită micşorării greutăţii proprii a pereţilor;
- Creşterea suprafeţei utile cu 2,5% datorită micşorării grosimii pereţilor;

- Consumul de oţel beton 0,25 kg/m^2 la clădiri în regiuni neseismice şi 2...3 kg/m^2 în regiuni seismice;

- Manopera se reduce la pereţi exteriori cu 15%, la pereţi interiori cu 6% şi la planşee cu 50%;

- Costul total al clădirii se reduce cu 6...10%.

12.4. Pereţi din beton monolit greu în cofraj glisant

In afară de structurile prefabricate a căror extindere actuală reprezintă una din căile de industrializare a construcţiilor, asistăm la o dezvoltare deosebită a structurilor de pereţi, bazate pe folosirea betonului greu în sisteme neomogene, îmbunătăţite cu materiale termoizolante şi executate în cofraje de inventar sau în cofraj glisant. Caracterul monolit al structurii permite adoptarea acestui sistem la construcţii multietajate şi în regiuni seismice. In ultimii ani s-au realizat în R.S.România hoteluri şi ansambluri de locuinţe cu 10-12 niveluri la Mamaia, Constanţa, Bucureşti, Galaţi, Oneşti, Hunedoara, Cluj, P.Neamţ, Iaşi, Ploieşti şi în alte oraşe ale ţării.

12.4.1. Structura de rezistenţă

Adoptarea structurilor glisante în R.S.România, a fost experimentată cu succes atît la clădiri bară cît şi la blocuri înalte punct fig.96. Structura de rezistenţă se poate realiza din diafragme transversale din beton armat, la 3...4,5 m şi diafragme longitudinale la aceleaşi distanţe.

O altă posibilitate de realizare a structurii de rezistenţă constă din adoptarea unor scheme cu diafragme rare (celulare) combinate cu stîlpi şi porţiuni de pereţi (fig.97) sau cu miez monolit executat prin glisare (casa scărilor, lif-

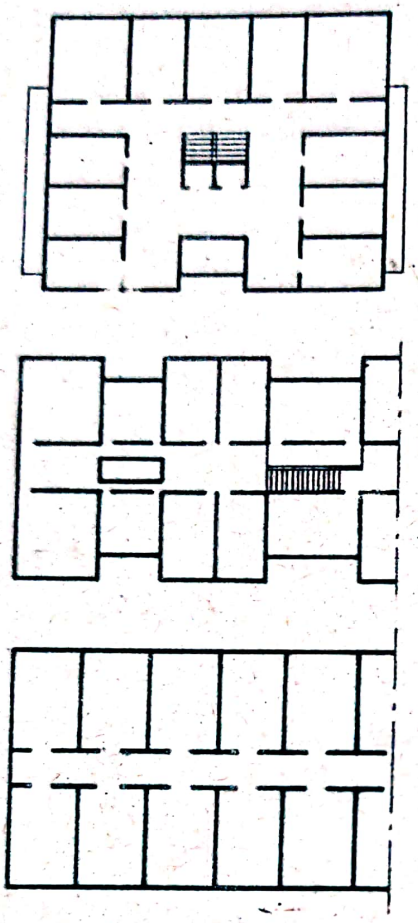


Fig.96. Forme în plan de clădiri în cofraj glisant.
a) bloc bară la Mamaia
b) bloc bară la Onești
c) bloc punct la Mamaia

turi, turnuri de instalații) și pereți exteriori prefabricați, fig. 98 .

Din punct de vedere al calculului la forțele orizontale din vînt și sarcinile seismice se disting următoarele structuri de diafragme:

- Structuri cu diafragme rigide (fig. 99 a);

- Structuri cu diafragme flexibile (fig.99 b);

- Structuri cu diafragme cu goluri(fig. 99 c).

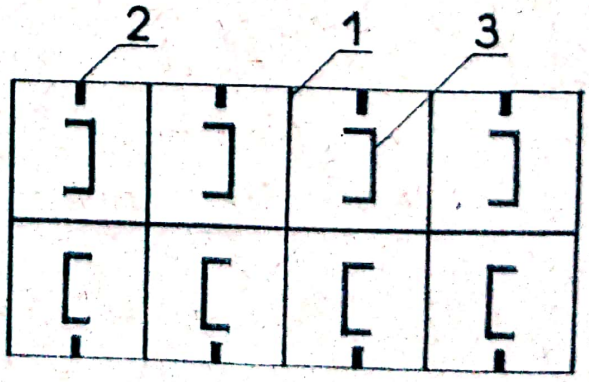


Fig.97
Structură cu diafragme celulare.
1. diafragme 2. stîlpi
3. pereți

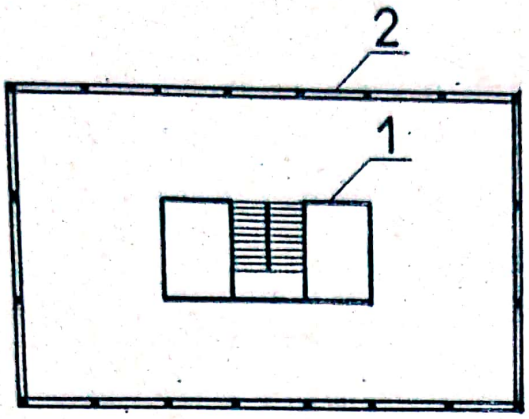


Fig.98. Structură cu miez monolit. 1.miez monolit glisat 2. pereţi exteriori prefabricaţi

La clădiri de locuit cu parterul destinat unor funcţiuni ce necesită încăperi de dimensiuni mari (magazine) se adoptă structuri cu parter flexibil (fig. 100 a) sau parter şi etaj flexibil, (fig. 100 b) alcătuite din

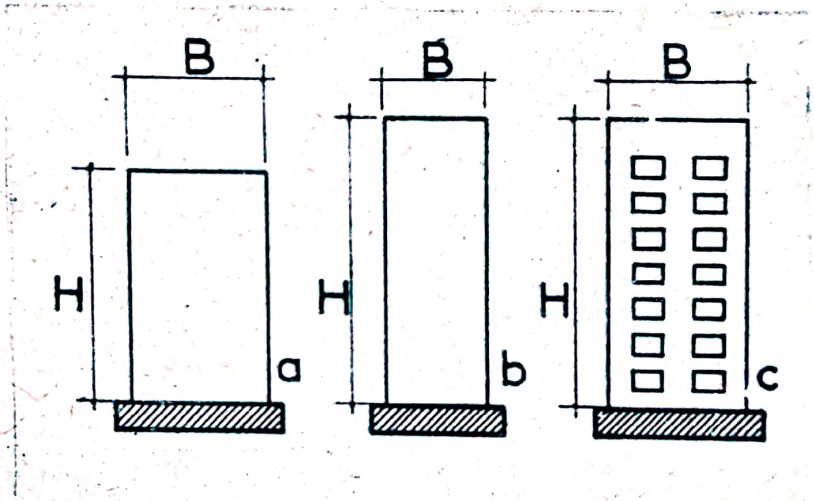


Fig.99. Tipuri de diafragme la structuri glisate
a) diafragme rigide
b) diafragme flexibile
c) diafragme cu goluri

stîlpi şi rigle ceea ce determină o micşorare a rigidităţii diafragmelor la partea inferioară.

La clădiri cu porţiuni dezvoltate diferit pe verticală

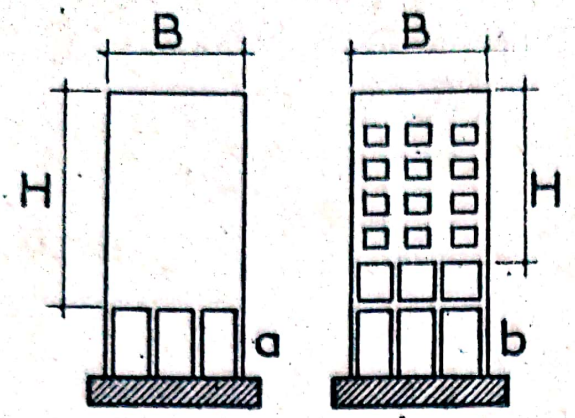


Fig.100. Structuri de diafragme cu partea inferioară flexibilă
a) parter flexibil b)parter și etaj flexibil

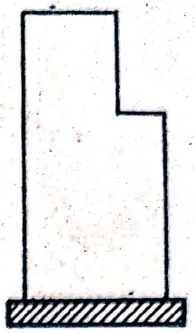


Fig.101
Structură cu rigiditatea variabilă

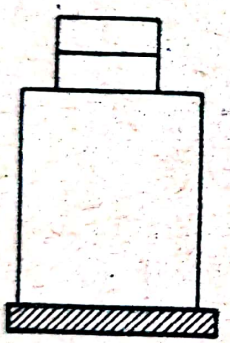


Fig.102. Structură cu micșorarea bruscă a rigidității

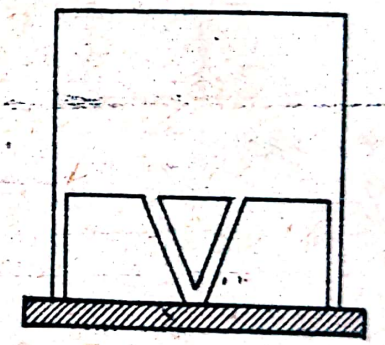


Fig.103. Structură cu parter elastic, în V

(cu retrageri), diafragmele de rezistență prezintă rigiditate variabilă (fig.101). In unele cazuri se constată o micșorare bruscă a rigidității la partea superioară a clădirii, fig.102. La calculul seismic al acestor structuri se are în vedere distribuția forței seismice la parter la stîlpi și la etajele superioare la diafragme. La unele construcții executate în Bucu-

reşti parterul clădirii s-a realizat cu structură elastică în cadre cu stîlpi centrali în V, fig.103.

In ce priveşte distribuţia în plan a diafragmelor, funcţie de soluţia de plan a clădirii, se disting scheme cu nucleu central (fig.104 a), cu diafragme longitudinale continui şi diafragme transversale (fig.104 b) şi scheme cu diafragme transversale şi longitudinale (fig.104 c).

12.4.2. Alcătuirea pereţilor

Structura neomogenă a pereţilor, în 3...4 straturi, este în general determinată de condiţiile termice corespunzătoare zonei climatice de amplasare a clădirii. In ţara noastră, în zona I-a climatică s-au realizat structuri cu strat interior de beton armat de 8...15 cm, strat intermediar din beton de granulit de 10...14 cm, cu $\gamma_{s.a.}$ = 800... 900 kg/m^3 şi strat exterior de protecţie de 2,5...6 cm grosime de beton armat (fig.105).

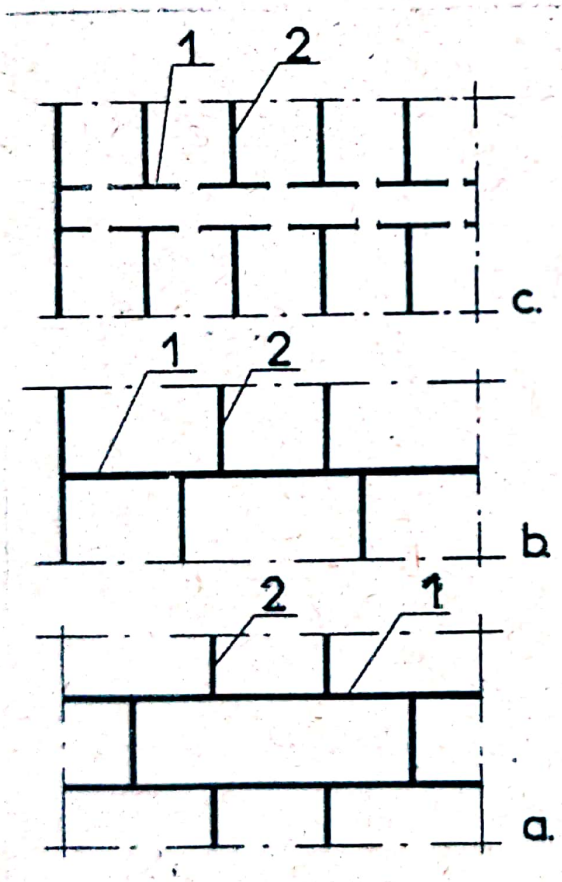


Fig.104. Dispoziţia în plan a diafragmelor a) cu nucleu central b) diafragme longitudinale continue c) diafragme transversale 1.d.longitudinale 2.d. transversale

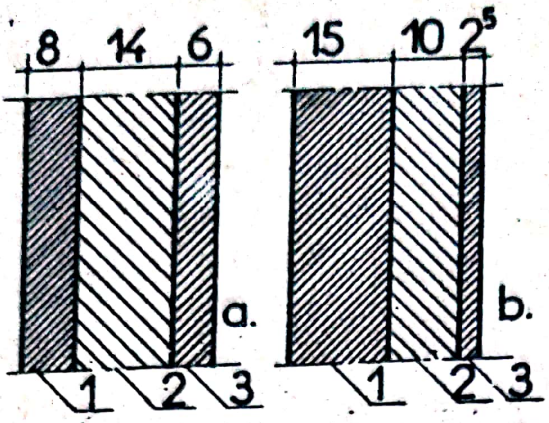


Fig.105. Structuri de pereţi în zona I-a climatică

1.beton armat B200 interior

2.izolaţie beton granulit p=900

3.strat protecţie exterior

In zona II-a climatică s-au executat structuri de pereţi cu strat de beton armat interior de 10...14 cm grosime, izolaţie termică din beton granulit cu $\rho_{s.a.}$ = 800...900 kg/m^3 de 10...14 cm grosime şi strat protecţie la exterior din beton armat de 4...5 cm(fig.106).

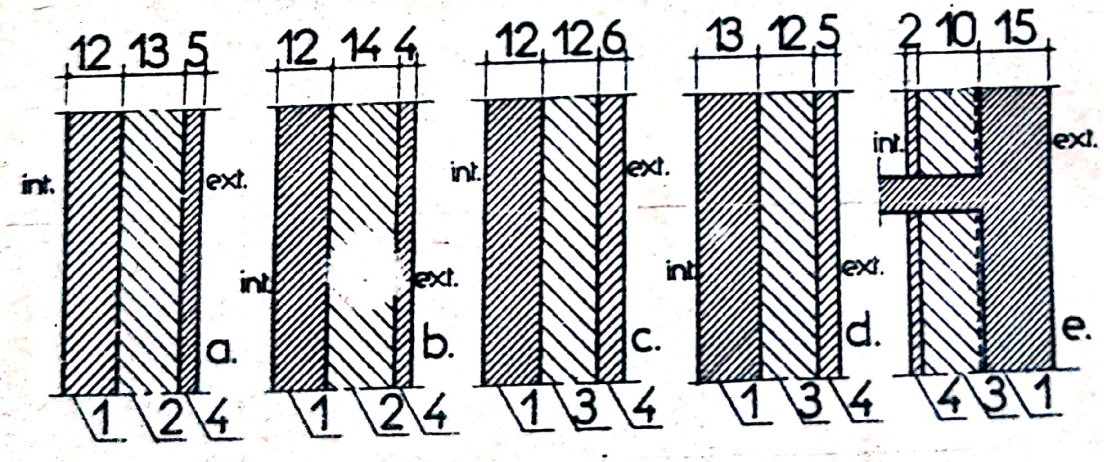


Fig.106. Structuri de pereţi pentru zona II-a climatică

a) soluţie Bucureşti (Floreasca)

b) soluţie Galaţi

c) soluţie Oneşti

d) soluţie Hunedoara

e) soluţie Cluj(posibil condens)

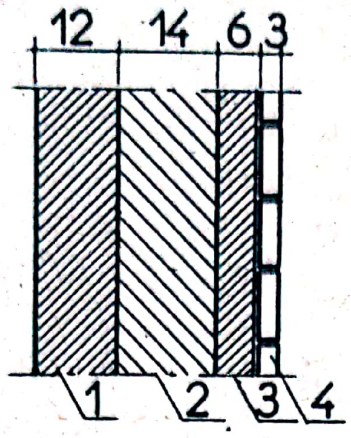


Fig.107. Perete adaptat la zona III-a climatică

1. beton armat
2. beton spumos ϱ=600
3. beton armat
4. placaj ceramic

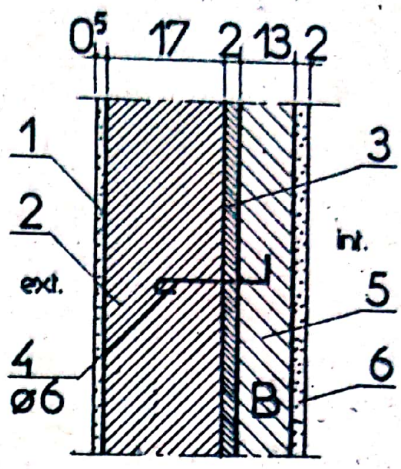


Fig.108. Fixarea izolaţiei termice interioare cu agrafe

1. tencuială exterioară
2. beton armat B 200
3. mortar de poză
4. agrafe Ø 6 mm
5. termoizolaţie B. spumos
6. tencuială interioară

In zona III-a climatică s-au realizat structuri de pereţi în patru straturi din beton greu la interior de 12 cm grosime, izolaţie termică din beton spumos cu $\varrho_{s.a.}$ = 600 kg/m^3 de 14 cm grosime, beton armat de protecţie 6 cm şi placaj ceramic de 3 cm grosime (fig.107).

Unele structuri cu izolaţie termică la interior s-au dovedit necorespunzătoare datorită acumulării umidităţii în acest strat (B fig.108).

Stratul de tencuială exterioară din beton armat este prevăzut cu reţea de armătură avînd d = 6...7 mm, cu ochiuri de 25...30 cm, ce s-a dovedit prea rară pentru preluarea eforturilor de întindere din construcţie.

Betonul greu din pereţi se ia de marcă B 200-B 250. Izolaţia termică din beton spumos sau beton granulit se poate fo-

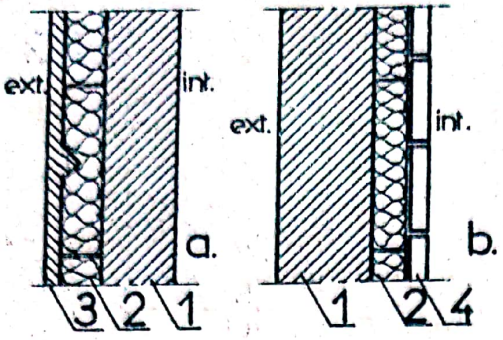


Fig. 109. Tipuri de pereţi la construcţiile din Mamaia. 1.beton greu 2. plăci de vată minerală 3.plăci chesionate 4.zidărie de cărămidă sau plăci de ipsos

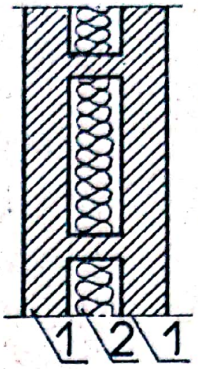


Fig.110
Structură de perete simetrică
1.beton greu
2. termoizolaţie

losi sub formă de plăci prefabricate sau sub formă de beton monolit turnat în straturi. Izolaţia termică se poate realiza şi din vată minerală sub formă de plăci chesonate termoizolante (fig.109 a), plăci de sticlă spongioasă, plăci de stabilit protejate la interior cu barieră de vapori şi zidărie de cărămidă sau plăci de ipsos (fig.109 b). Se pot utiliza şi structuri simetrice cu izolaţie termică la mijloc (fig.110).

Actualele structuri de pereţi se caracterizează prin prezenţa punţilor termice care în unele cazuri au condus la fenomene de condens (fig.111 a,b).

Pentru micşorarea efectului de punte termică şi evitarea condensului se pot lua în considerare structurile din fig.112, la care lăţimea activă a legăturilor dintre straturile interioare şi exterioare de beton armat este micşorată la maximum.

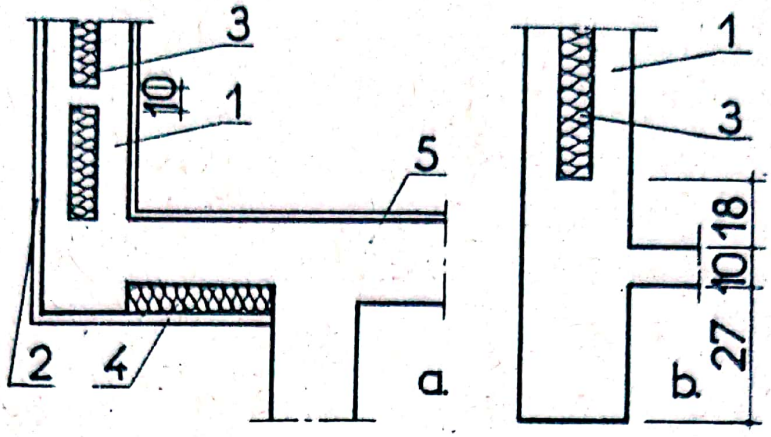


Fig.111. Punţi termice a) la colţ b) la logie
1. beton greu 2.tencuială exterioară (0,5 cm)
3. izolaţie termică 4. tencuială de mortar(2,5 cm)
5. tencuială interioară (0,5 cm)

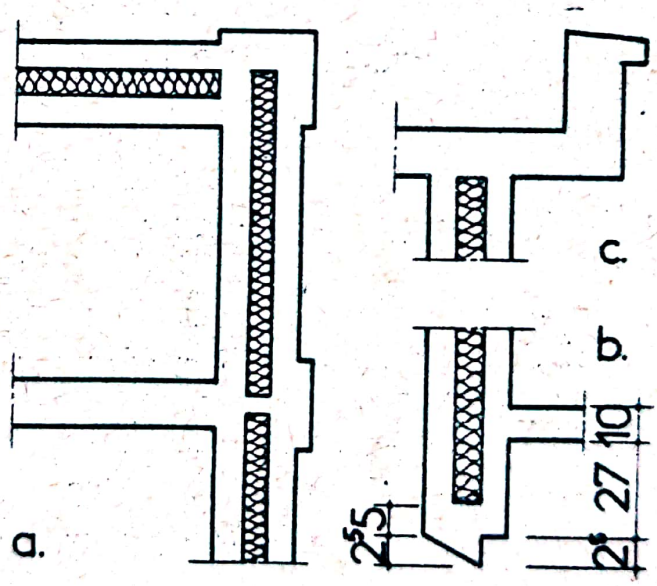


Fig. 112. Soluţii de punţi îmbunătăţite
a) prin îngroşarea colţurilor
b) la buiandrugi
c) la terasă

12.4.3. Ipoteze de calcul

Grosimea pereţilor interiori se alege din considerente de dimensionare în exploatare şi la încărcări tehnologice. Din punct de vedere tehnologic grosimea pereţilor interiori nu poate coborî sub 14 cm. Valoarea eforturilor efective este relativ mică. La structuri cu diafragme transversale, la clădiri cu 8... 10 niveluri, σ_{ef}= 15...25 kg/cm^2 la sarcini fundamentale şi 25...40 kg/cm^2 la sarcini fundamentale şi accidentale.

La diafragme cu retrageri se consolidează capătul acestora cu stîlpişori de beton armat de minim 25 x 25 cm (fig.113). Pentru planşee se lasă goluri de 25 x 25 x 15 cm, la distanţa de 60...70 cm, care se betonează ulterior.

Calculul pereţilor la forţe orizontale se face şi la ipoteze tehnologice (fără planşee), corespunzător fazelor de lucru din timpul glisării (fig.114). Efortul unitar efectiv se va calcula cu expresia:

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \; ; \quad W = \frac{1}{6} . \; b.h^2 \qquad (9)$$

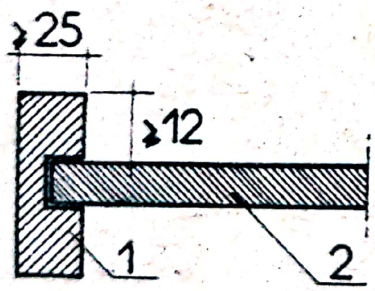


Fig.113. Consolidarea capetelor diafragmelor
1. consolidare
2. diafragmă

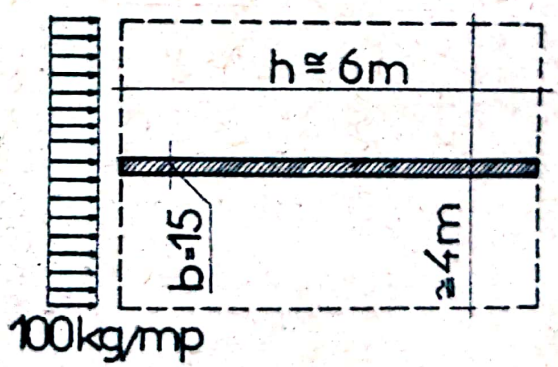


Fig.114. Calculul diafragmelor la forţe orizontale

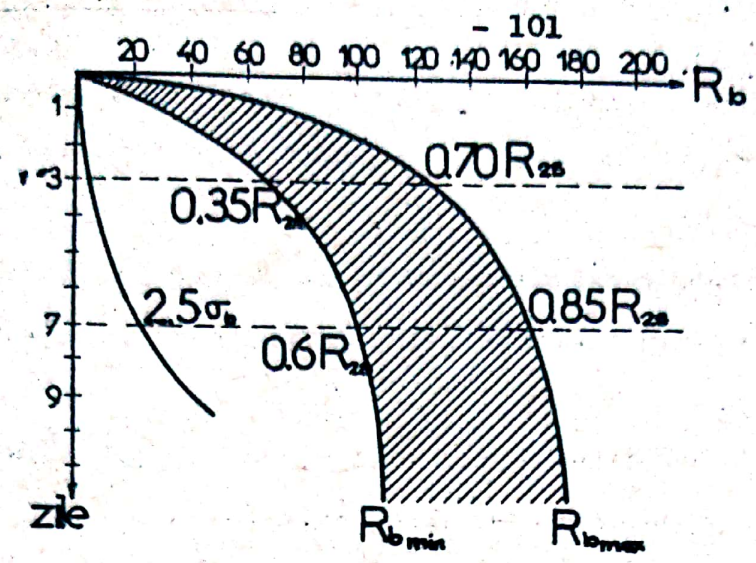


Fig.115 Limitele de variaţie a rezistenţei betonului în funcţie de vîrstă

La dimensionarea secţiunilor se vor avea în vedere rezistenţele betonului în funcţie de vîrstă, cuprinse între 0,35 R_{28} (R_{min} la 3 zile) şi 0,85 R_{28} (R_{max} la 7 zile), conform datelor din fig.115.

La calculul diafragmelor de capăt la forţe orizontale transversale din vînt fără planşee se pot avea în vedere schemele din fig.116 a, corespunzător ipotezelor:

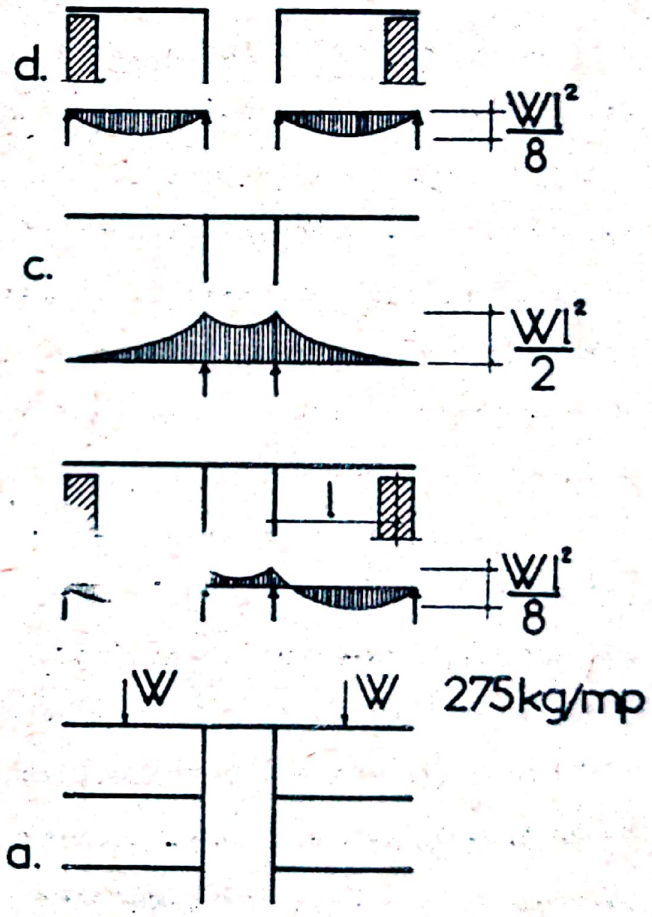


Fig.116. Scheme de calcul a diafragmelor de capăt la vînt a)schemă cu pereţi transversali şi cuiuar b)d.transversală continuă, cu faţada contravîntuită c)d.transversală continuă, cu faţada necontravîntuită d)d.transversală întreruptă în dreptul planşeului

- Diafragmă transversală continuă cu faţadă longitudinală contravîntuită (fig.116 b), cu faţadă longitudinală necontravîntuită (fig.116 c).

- Diafragmă transversală întreruptă în dreptul culoarului (faţadă longitudinală contravîntuită), lucrînd ca grindă independentă (fig.116 d).

La construcţii de dimensiuni curente, cu 10...11 nivele, din calcul rezultă ca necesară numai armarea pe zone limitate, la nivelele inferioare, în general pînă la etajul I, restul diafragmei armîndu-se constructiv. La primul sau la primele 2 nivele se armează cu reţea dublă, următoarele 2 nivele cu reţea simplă, iar restul etajelor numai pe contur, în jurul golurilor de uşi şi în dreptul planşeelor. Ultimul nivel se armează pentru a prelua eforturile din variaţiile de temperatură.

In fig.117 se prezintă schema de armare a unui etaj curent al unei diafragme cu carcase prefabricate şi armături în jurul golurilor de uşi, a golurilor pentru legăturile planşeului şi în dreptul legăturilor cu pereţii exteriori.

O atenţie deosebită trebuie acordată eforturilor ce pot apărea în diafragme datorită contracţiei. Armătura verticală la primele nivele are drept scop preluarea eforturilor de întindere ce apar la etajul de deasupra fundaţiei, datorită efectului de contracţie împiedicată (fig.118). La unele construcţii realizate au apărut fisuri verticale distanţate cu 1,5...2 m , la diafragme de 6,50 m lungime, armate cu 2 Ø 7 la 25 cm.

Datorită împiedicării deformaţiilor din dilatarea planşeului terasă pot apărea eforturi de întindere şi fisuri la diagramele ultimului nivel, fig.119, ceea ce implică o armare corespunzătoare. Pentru preluarea concentrărilor de eforturi

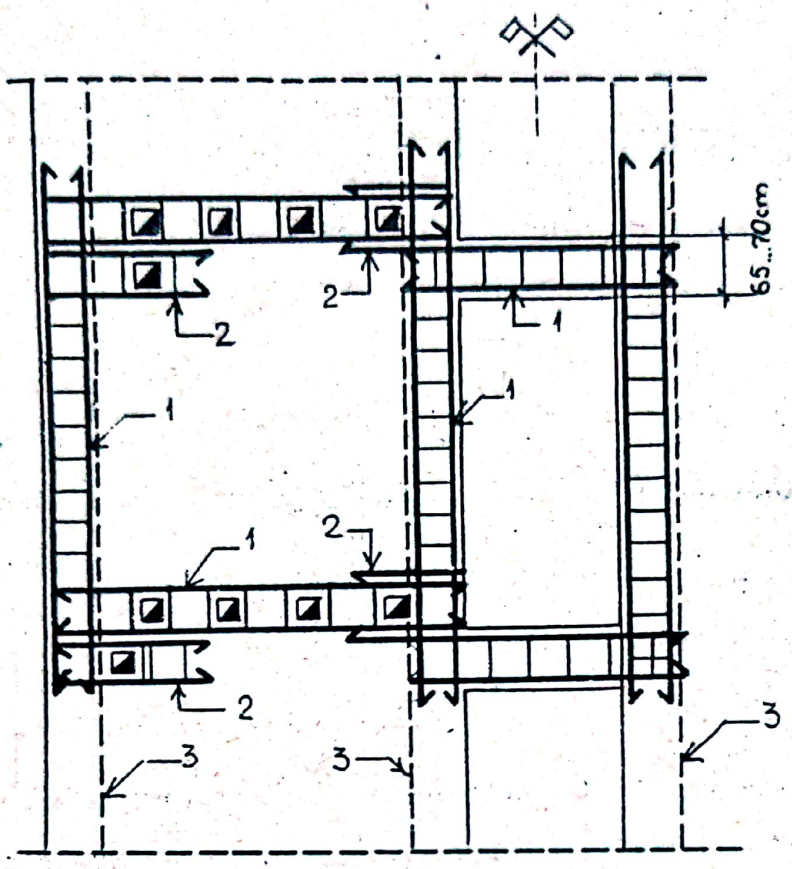


Fig.117

Armarea unui perete din diafragmă de beton armat, la un etaj curent

1-caracase metalice prefabricate;
2-armătură la faţa locului;
3-tijă

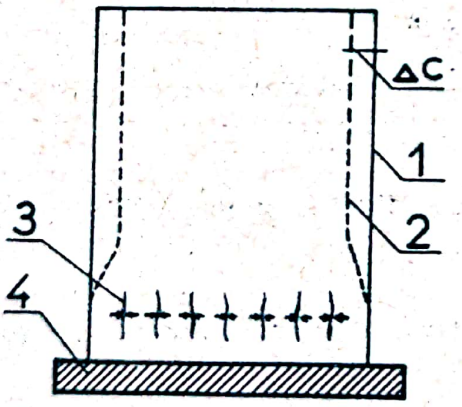


Fig.118. Fisuri de contracţie

1.diafragmă la turnare
2.diafragmă contractată
3.fisuri din contracţie
4.radier

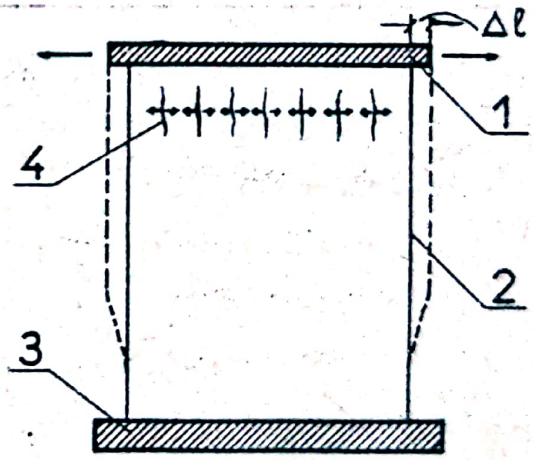


Fig.119. Fisuri din dilatare

1.planşeul terasei
2.diafragmă
3.radier
4.fisuri din dilatare

Scanned with OKEN Scanner

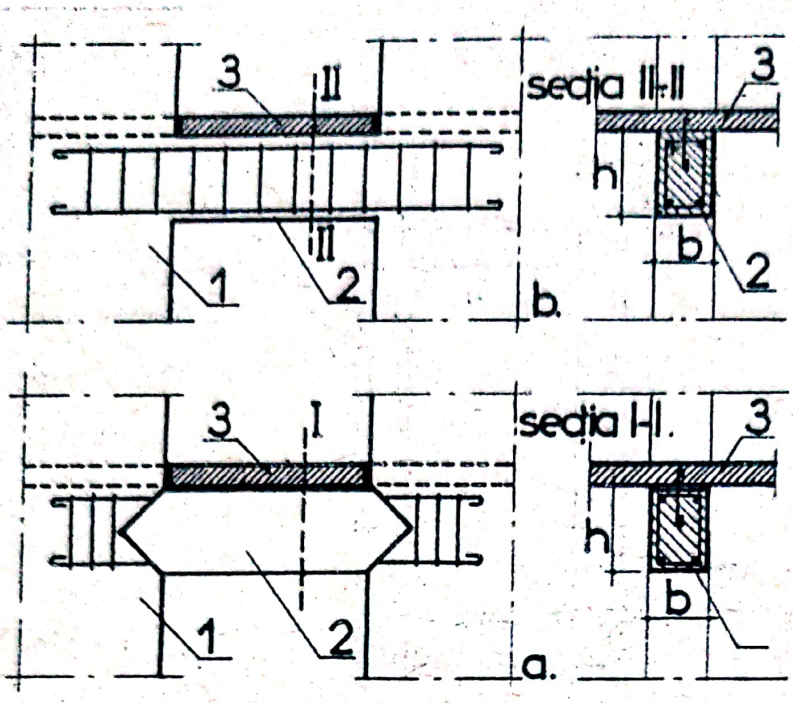


Fig.120
Sisteme de legătură între diafragme şi buiandrugi
1.diafragma
2.buiandrug
3.planşeu

normale pe capetele de diafragmă este utilă armarea extremităţilor diafragmelor la toate nivelele. Armătura orizontală din planşee serveşte şi la preluarea eforturilor datorită diferenţelor de contracţie dintre diafragme şi planşee.

12.4.4. Soluţii constructive

Buiandrugii, elemente ce asigură legătura dintre diafragme se pot realiza:

- prefabricaţi, cu zona superioară turnată odată cu planşeul monolit (fig.120 a);

- monoliţi, cu zona superioară turnată odată cu planşeul (fig.120 b).

La soluţionarea balcoanelor se pot adopta următoarele soluţii constructive:

Fig.121. Placă în consolă la balcon

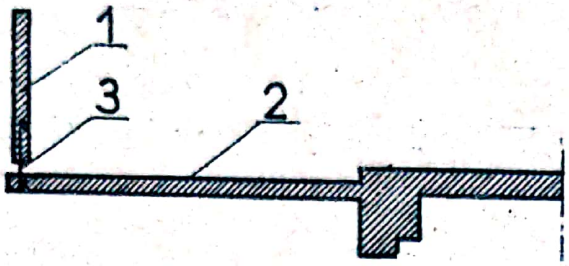


Fig.122. Placă suspendată pe patru laturi la balcon 1.parapet glisat 2.placă monolită 3.reazem prin suspendare

- placă monolită în consolă(fig.121);

- placă monolită suspendată de elemente verticale turnate la glisare (fig.122),luîndu-se măsuri de evitare a corodării armăturilor de ancorare ale plăcii;

- placă prefabricată şi planşeu prefabricat (fig.123). Turnarea parapetului la glisare prezintă însă dificultăţi;

- placa prefabricată se poate monta în buiandrugul glisat (fig.124) şi se susţine provizoriu cu tiranţi. Ulterior se toarnă parapetul pe cele două părţi laterale.

12.4.5. Tehnologia lucrărilor

Folosindu-se acest sistem constructiv s-a realizat o viteză de execuţie de un etaj/zi. Condiţiile optime de turnare ale betonului implică temperaturi > 0°C. Se recomandă ca cel puţin 48 ore întărirea betonului să fie asigurată în condiţii de + 10°C. Cofrajul, de înălţime 1,15 m este suspendat de o construcţie metalică (jug, fig.125). Este prevăzut cu 2 podine

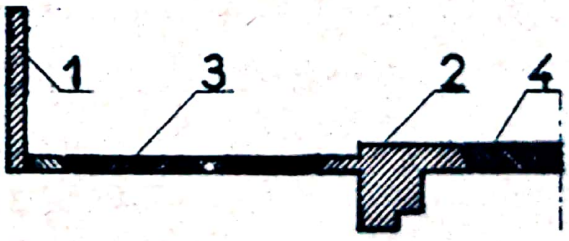


Fig.123. Placă prefabricată de balcon
1. parapet glisat
2. buiandrug glisat
3. placă prefabricată
4. planşeu prefabricat

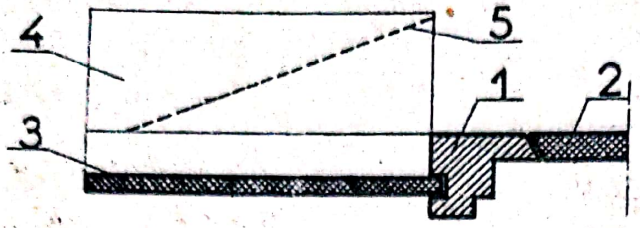
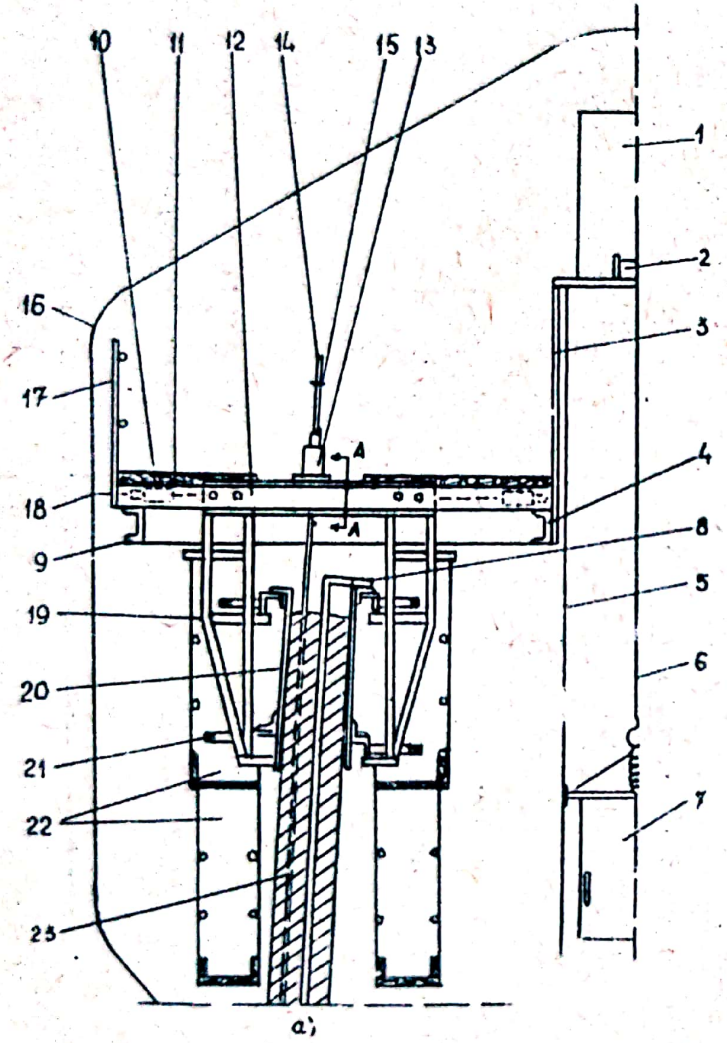


Fig.124. Placă prefabricată de balcon și parapet turnat ulterior.

1. buiandrug glisat
2. planșeu prefabricat
3. placă balcon prefabricată
4. parapet monolit
5. suspensie provizorie

de lucru și cîte o schelă suspendată sub fiecare podină pentru lucrările de finisaje.

Cofrajul se suspendă prin intermediul unor juguri de prese de ulei, interconsult, repartizate pe zid la 1,50 m distanță. Presele se urcă la o comandă centralizată, înaintînd de fiecare dată cîte 3...4 cm, pe bare recuperabile din oțel strujit de 20 mm diametru. La partea inferioară barele sînt înglobate în beton, iar la partea superioară se prelungesc prin înfiletare pe măsura înaintării proceselor. Barele de oțel strujit trec prin corpul și pistonul preselor. Ambele se mențin pe bară cu ajutorul unor dispozitive de fixare, care permit numai deplasarea corpului, respectiv a pistonului, în lungul barei în sus, împiedicînd alunecarea lor în jos. In stare de repaos, datorită arcului, pistonul se află la distanță maximă. Introducîndu-se ulei prin orificiul presei, pistonul este împins în interiorul corpului. Deoarece nu poate coborî pe bară, se urcă corpul presei, antrenînd cofrajul fixat de el prin intermediul jugului. După efectuarea cursei se întrerupe pomparea uleiului. Arcul împinge pistonul în poziția inițială, golind uleiul din presă. De această dată corpul nu se poate să coboare astfel cît se urcă pistonul. Presa ajunge din nou la o stare de



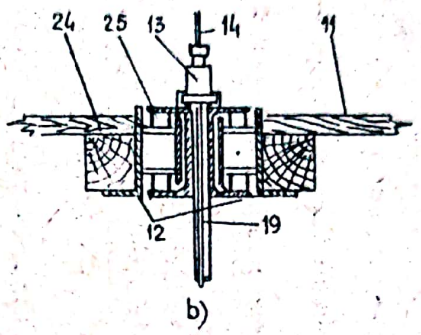


Fig.125.Cofrajul glisant-secţiune

1-cabina grupului de pompare; 2-troliul de ridicare a materialelor; 3-cap de bob fixat pe platforma instalaţiei; 4-inelul metalic interior; 5-cablul de ghidaj; 6-cablul de ridicare; 7-cabina de transport; 8-dispozitiv de despărţire a betonului de rezistenţă de cel refractar; 9-inelul metalic exterior; lo-dispozitivul h raulic împingător; 11-podina de lucru; 12-traversa radială; 13-dispozitiv hidraulic cătărător; 4-tija de cătărare; 15-inelul limitator; 16-"capişon" din masă plastică; 17-parapet; 18-tija împingătoare pe orizontală; 19-jugul cofragului; 20-cofragul; 21-spinglul de poziţionare al cofragului; 22-nacele suspendate de instalaţia de glisare; 23-peretele construcţiei; 24-longrină de lemn pentru fixarea podinei; 25-role de rostogolire a jugului pe elementele traversei radiale

Scanned with OKEN Scanner

repaus la o diferență de nivel față de poziția inițială egală cu o cursă de piston.

13. Construcții din panouri mari

13.1. Considerații generale

Una din căile industrializării intensive a construcțiilor în etapa actuală o prezintă folosirea panourilor mari la pereți și planșee, elemente avînd dimensiunile corespunzătoare dimensiunilor încăperilor. Materialele folosite la aceste construcții trebuie să satisfacă funcțiunile complexe ale elementelor de construcție și să se preteze la mecanizare și industrializare. Din punct de vedere tehnologic betonul este materialul ce permite o industrializare optimă. Pentru a satisface funcțiunile multiple ale pereților betonul armat greu este asociat cu materiale izolatoare rigide (betoane celulare) sau semirigide (vată minerală) în structuri neomogene, în două sau mai multe straturi. Avînd în vedere unele dezavantaje ale structurilor de panouri mari din beton armat, în ceea ce privește caracteristicile termice și confortul, în ultimii ani s-au dezvoltat în numeroase țări panouri mari din zidărie de cărămizi și blocuri ceramice, în special în Franța, urmărindu-se adaptarea unui material tradițional cu remarcabile calități funcționale la o tehnologie bazată pe industrializare. La construcții cu puține nivele panourile mari s-au realizat și într-un strat, cu structură omogenă, folosindu-se betoane de greutate mijlocie, care satisfac simultan cerințele de portanță și izolare.

13.2. Evoluția construcțiilor din panouri mari

In U.R.S.S. încă din 1945 fabrica de prefabricate din Berezovsk a început producția în masă a panourilor mari pentru clădiri cu 1...2 nivele. In 1948 s-au executat la Moscova un

complex de clădiri cu structură din schelet prefabricat de beton armat şi panouri autoportante. Ulterior folosirea panourilor mari portante într-un strat, în două sau mai multe straturi a luat o dezvoltare deosebită. In afară de panourile de beton armat în mai multe straturi s-au realizat şi numeroase construcţii din panouri mari ceramice.

In S.U.A. asistăm la o dezvoltare deosebită a construcţiilor din panouri mari în două-trei straturi din beton armat şi materiale termoizolante semirigide, la construcţii cu puţine nivele (1...2 etaje).

In Anglia, după cel de-al doilea război mondial, se extinde folosirea construcţiilor din panouri mari, la clădiri cu 4...5 nivele, cu sau fără schelet din cadre, din materiale pe bază de beton uşor. La alcătuirea panourilor exterioare, se folosesc în general structuri mixte din panouri portante la exterior şi panouri uşoare la interior termoizolante, separate de un strat de aer.

In Suedia, dezvoltarea construcţiilor din panouri mari la clădiri de locuit cu 3...4 etaje, a luat o extindere mai mare după 1950, folosindu-se structuri neomogene din beton greu şi strat termoizolant interior din beton celular.

In Elveţia sînt utilizate construcţiile din panouri mari cu schelet de rezistenţă pentru clădiri cu 8...10 nivele din beton armat şi strat termoizolant, separate printr-un strat de aer.

In Danemarca construcţiile din panouri mari sînt realizate cu structuri din schelet de beton armat prefabricat şi din panouri mari portante, fără schelet. Se folosesc structuri neomogene în două straturi cu strat de beton armat la exterior şi strat termoizolant la interior.

Scanned with OKEN Scanner

In Franţa construcţiile din panouri mari au luat o dezvoltare deosebită în ultimii ani. S-au dezvoltat în aceeaşi măsură construcţiile cu structură din schelet de rezistenţă şi panouri de umplutură ca şi construcţiile cu structură din panouri mari pentru clădiri pînă la 9...10 etaje. Elementele scheletului de rezistenţă se realizează din beton armat prefabricat sau monolit sau din elemente prefabricate monolitizate. Se folosesc sisteme de panouri în două sau mai multe straturi şi pe o scară largă panouri mari ceramice.

In R.S.Cehoslovacă prima construcţie din panouri mari s-a realizat în anii 1953...1954, din beton uşor şi izolaţie termică, la o clădire cu cinci nivele.

In R.S.România primele cercetări experimentale privind construcţiile din panouri mari au fost efectuate de ICSC între anii 1952...1953 şi 1954...1955. Primul proiect al unei clădiri din panouri mari cu patru nivele este întocmit de Proiect-Bucureşti, cu panouri exterioare din două elemente separate de un strat de aer de 3 cm grosime (fig.126). Stratul termoizolant a fost prevăzut din beton celular, B 25 cu ρ = 600...800 kg/m^3, λ = 0,21...0,29 W/m ^oC.

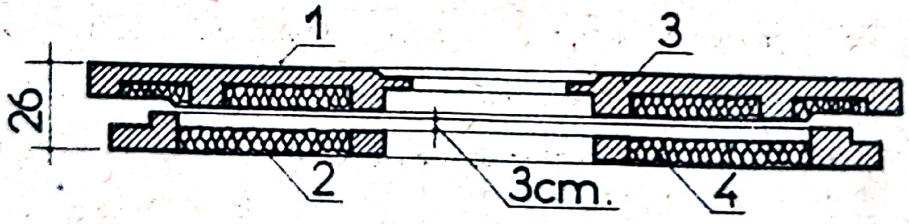


Fig.126. Panou mare exterior proiectat de Proiect-Bucureşti
1.element exterior
2.element interior
3.beton armat ρ = 2400 kg/mc
4.beton celular ρ = 650 kg/mc

In 1955 IPCT în colaborare cu ICSC întocmesc proiectul construcției experimentale din panouri mari executate în 1956 pe șoseaua Giurgiului în București. Structura panoului într-un strat de 29 cm grosime constă din beton de zgură expandată cu ϱ = 1600 kg/m^3, beton decorativ la exterior, de marcă B 140... B 170, tencuială de ciment-var la interior (fig.127). Panoul interior, de 18 cm grosime este alcătuit din beton B 90 de zgură expandată, ϱ = 1800 kg/m^3, tencuit pe ambele suprafețe cu mortar de var-ciment de cîte 1 cm grosime.

Ulterior construcțiile din panouri mari din beton armat și trei straturi, din care două de beton armat și izolație termică rigidă, dispusă la mijloc, din betoane ușoare sau semirigidă din vată minerală, s-a extins la clădiri cu P + 4 nivele

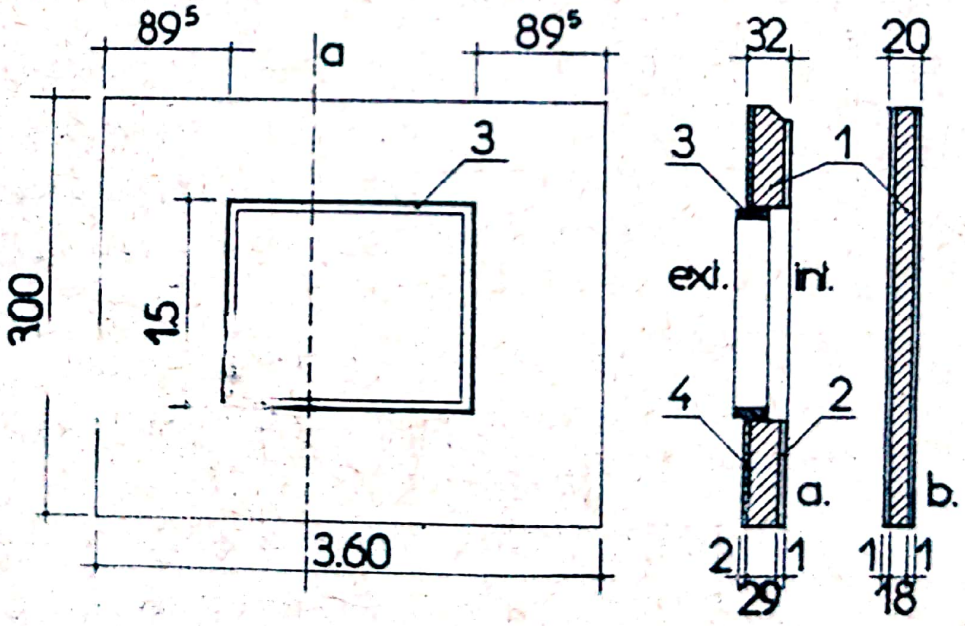


Fig.127. Panou mare, într-un strat, utilizat în R.S.România

a) panou exterior b) panou interior

1. beton de zgură expandată ϱ = 1600 kg/mc
2. tencuială de ciment-var (B 90)
3. ancadrament de beton armat
4. beton decorativ B 140÷ B 170

şi experimental P + 7 în Bucureşti, Iaşi, Braşov, Bacău, Roman, Reşiţa etc. Pentru asigurarea confortului, îmbinările construcţiilor din panouri mari de beton armat s-au îmbunătăţit prin mărirea gradului de izolare termică, micşorîndu-se efectul negativ al punţilor termice. Paralel cu dezvoltarea şi perfecţionarea structurilor de panouri mari de beton armat în 3 straturi (Proiecte I.P.C.T. 1117 şi 1013) se fac experimentări la Iaşi în legătură cu introducerea panourilor mari ceramice, în special la alcătuirea pereţilor exteriori.

13.3. Sisteme constructive

Clădirile din panouri mari pot avea următoarele scheme constructive (fig.128).

- Schema cu schelet de rezistenţă din cadre şi panouri mari de umplutură (fig.128 a). Planşeele reazimă pe două direcţii. Prezintă mobilitate în proiectarea funcţională.

- Schema cu pereţi portanţi transversali, în care caz planşeele reazemă pe două laturi (fig.128 b). Acest sistem nu se pretează la încăperi de deschideri mari. Prezintă rigiditate mare pe direcţie transversală. Este indicată în regiuni seismice.

- Schema cu pereţi portanţi longitudinali (fig.128 c). Se pretează la încăperi de dimensiuni mari. Prezintă rigiditate minimă după direcţie transversală.

- Schema cu pereţi portanţi transversali şi longitudinali (fig.128 d), la care clădirea prezintă rigiditate maximă, iar planşeele reazemă pe patru laturi. Este indicată în regiuni seismice. Nu se pretează la încăperi de dimensiuni mari şi la modificări ulterioare de funcţional.

- Schema cu schelet în cadre de beton armat şi panouri

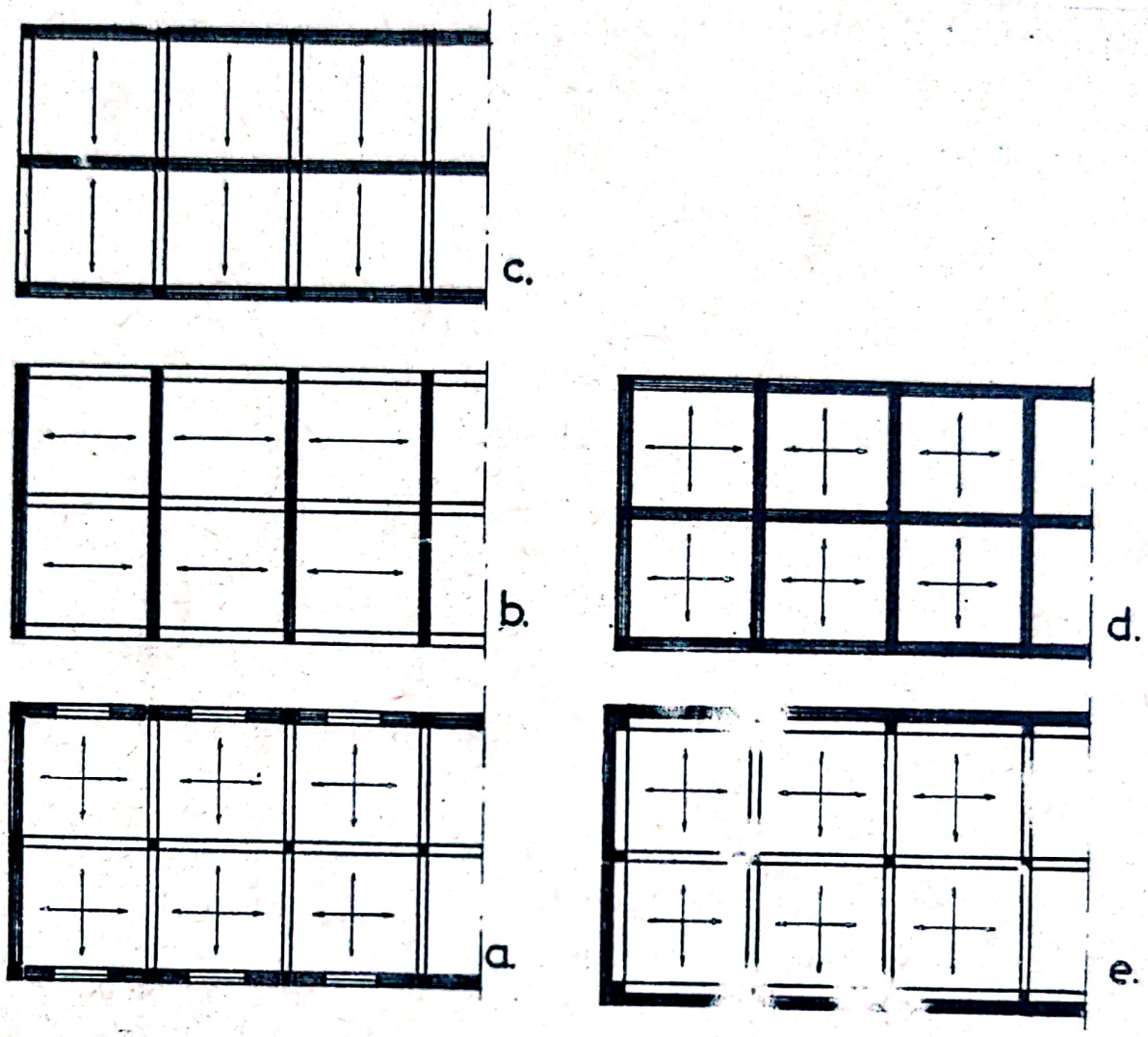


Fig.128. Scheme constructive la clădiri din panouri mari

a) schemă cu schelet în cadre şi panouri de umplutură
b) schemă cu panouri portante transversale
c) schemă cu panouri portante longitudinale
d) schemă cu panouri portante transversale şi longitudinale
e) schemă cu schelet de rezistenţă interior şi panouri autoportante pe toată înălţimea

mari autoportante exterioare pe toată înălţimea clădirii (fig. 128 e). Structura prezintă rigiditate maximă şi se pretează la încăperi de deschideri mari.

Construcţiile cu schelet din panouri mari portante prezintă avantajul că necesită un număr mic de sortimente de prefabri-

cate. Dezavantajele pe care le prezintă sînt: repartizarea neprecisă a sarcinilor, solicitarea mărită a panourilor inferioare şi imposibilitatea modificării funcţionale a construcţiei, după executarea acesteia.

Sistemul constructiv din panouri mari portante a fost extins în ultimul timp şi în regiuni cu gradul 7...8 de seismicitate (de exemplu, Uzbekistan , U.R.S.S., Braşov, Bucureşti - R.S.România).

In ceea ce priveşte fundaţiile se recomandă evitarea terenurilor nestabile seismic, iar adîncimea de fundare se va stabili astfel încît să asigure încastrarea construcţiei în teren.

Schemele constructive cu pereţi portanţi longitudinali se pot utiliza în regiuni neseismice la clădiri cu pînă la 7 nivele, dar sînt contraindicate în regiuni seismice.

Schemele constructive cu pereţi transversali portanţi necesită un număr mic de panouri dar conduc la o distribuţie funcţională limitată. Se recomandă în regiuni neseismice la clădiri cu pînă la 5 nivele, amplasate în terenuri bune de fundaţii. Nu prezintă rigiditate corespunzătoare decît pe direcţie transversală.

Schema constructivă de bază, indicată în regiunile seismice, capabilă de a prelua sarcini orizontale, în orice direcţie şi sens este aceea cu pereţi portanţi, exteriori şi interiori (longitudinali sau transversali) şi panouri pentru planşee, rezemate pe pereţii interiori şi exteriori. Prin monolitizarea tuturor elementelor se asigură preluarea sarcinilor orizontale şi verticale ce acţionează clădirea de către celule spaţiale paralelipipedice închise care măresc rezistenţa şi rigiditatea construcţiei. Din punct de vedere al caracteristicilor dinamice,

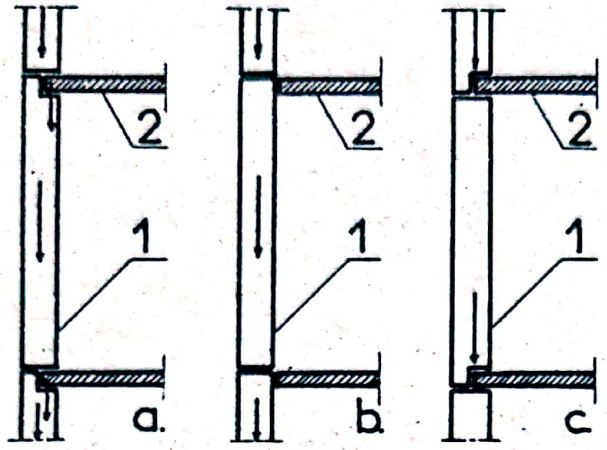


Fig.129. Tipuri de panouri exterioare

a) panouri portante
b) panouri autoportante
c) panouri purtate

1. panou exterior 2. planşeu

schema cu pereţi portanţi transversali şi longitudinali se încadrează în categoria structurilor rigide, la care raportul dintre lăţimea şi înălţimea clădirii este mai mic ca 5. Folosirea cadrelor flexibile la parterul clădirilor pentru magazine, micşorează rigiditatea structurilor şi implică adoptarea unui calcul dinamic specific.

13.4. Tipuri de panouri mari

Se pot clasifica din mai multe puncte de vedere.

a) Din punct de vedere al schemei constructive se disting:

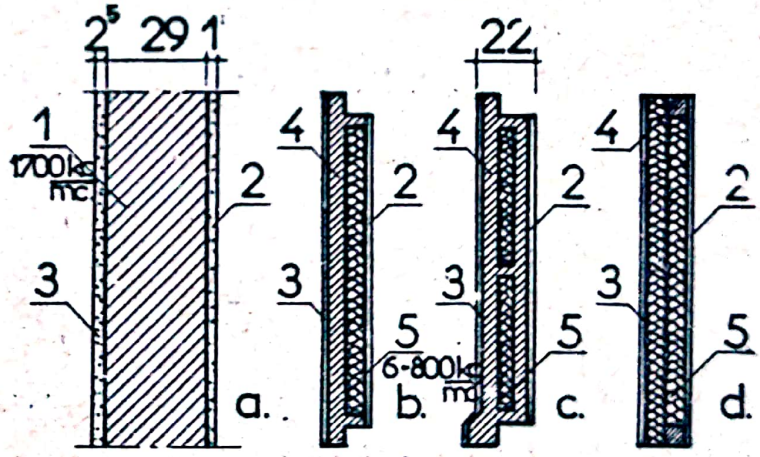


Fig.130. Tipuri de panouri mari din punct de vedere al structurii. a) într-un strat b) în 2 straturi c) în 3 straturi d) în cadre; 1.beton de greutate mijlocie 2.tencuială interioară var-ciment 3. tencuială exterioară ciment 4. beton armat vibrat 5.strat termoizolant

Scanned with OKEN Scanner

- panouri exterioare portante (fig.129 a), care preiau sarcini şi din planşee;

- panouri exterioare autoportante (fig.129 b), cînd nu preiau sarcini din planşee;

- panouri exterioare purtate (fig.129 c), cînd reazemă pe planşee.

b) Din punct de vedere al structurii panoului exterior, distingem următoarele tipuri:

- panouri cu structură omogenă, într-un strat (fig.130 a) din beton de greutate mijlocie, portant şi termoizolant, marca B 90, B 110, tencuit pe ambele feţe;

- panouri cu structură neomogenă în două straturi (fig. 130 b)din beton greu vibrat B 250 şi materiale termoizolante, tencuite pe ambele feţe;

- panouri cu structură neomogenă în trei straturi, din beton greu (fig.130 c) şi stratul termoizolant la interior,tencuit pe ambele feţe;

- panouri cadre din beton armat pe contur (fig.130 d) şi material termoizolator, tencuit pe ambele feţe.

Stratul termoizolant se poate realiza din beton uşor cu greutatea $\varrho = 600...800$ kg/m^3.

c) Din punct de vedere al formei şi funcţiunii se disting:

- panouri exterioare (fig.131 a) pline, cu gol de fereastră, cu gol de uşă-fereastră;

- panouri interioare (fig.131 b) pline, cu gol de uşă central, cu un gol de uşă lateral, cu două goluri de uşă laterale, cu două goluri de uşă centrale;

- panouri despărţitoare, pline sau cu goluri de uşi (fig. 131 c).

Din punct de vedere al schemei faţadei se disting:

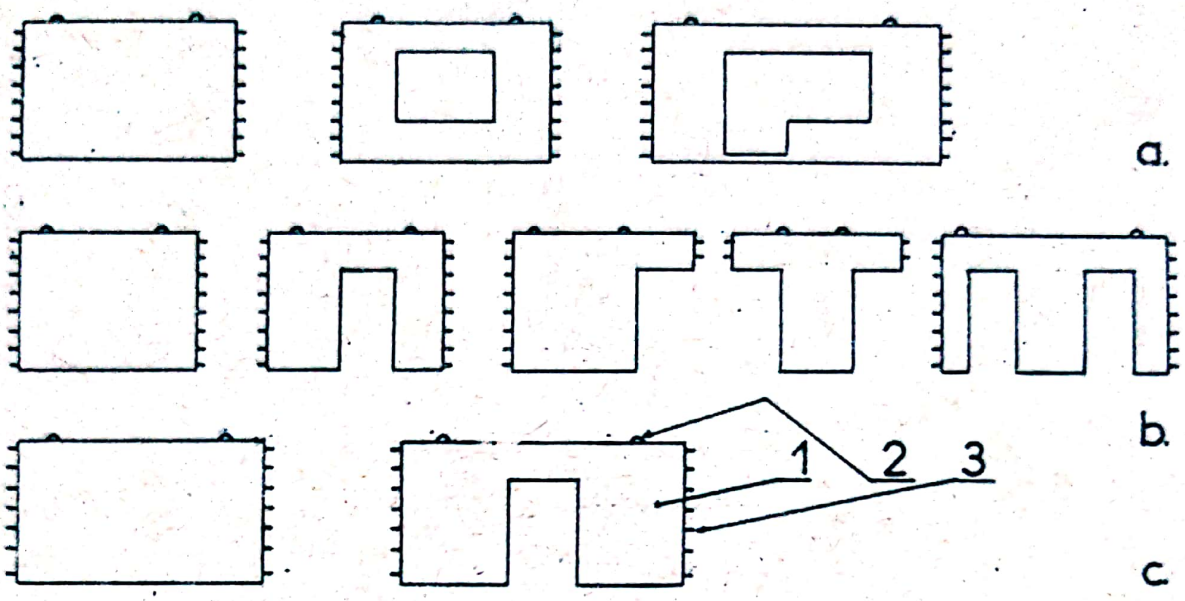


Fig.131. Tipuri funcţionale de panouri mari

a) panouri exterioare
b) panouri interioare
c) panouri despărţitoare

1. panou 2. urechi de montaj 3. mustăţi

- panouri cu dimensiunile egale cu dimensiunile încăperii (fig.132 a);

- panouri ferestre şi panouri pline (fig.132 b);

- panouri pline cu înălţimea egală cu două nivele (fig. 132 d).

13.5. Toleranţe admisibile la panouri mari

Panourile mari trebuiesc executate cu o anumită precizie care trebuie să se încadreze în toleranţele admisibile. Toleranţele admisibile se stabilesc în raport cu tipurile de cofraje folosite. La tipare de lemn se admit toleranţe de ± 10 mm, la tipare metalice de ± 3 mm.

In R.S.România la execuţia construcţiilor din panouri

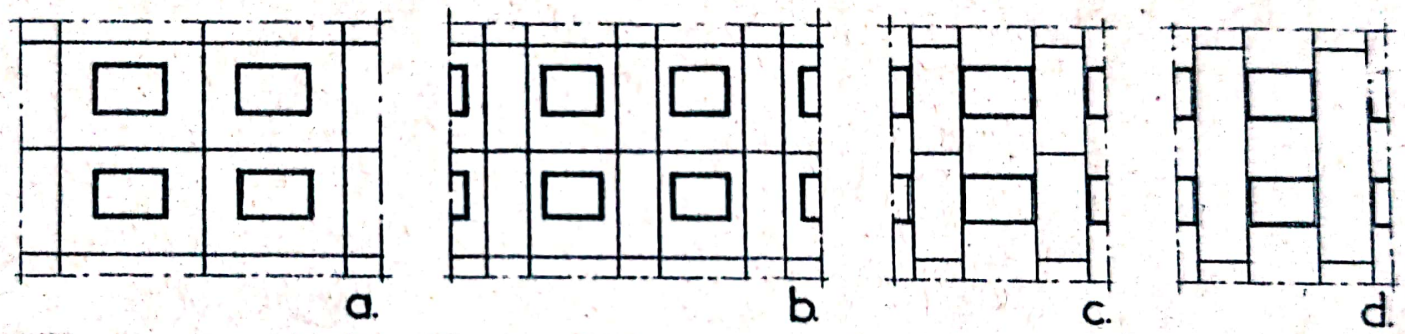


Fig. 132. Scheme de fațade la clădiri din panouri mari

a) panouri late

b) panouri înguste

c) panouri cu rosturi orizontale decalate

d) panouri pe înălțimea a două nivele

Scanned with OKEN Scanner

mari se constată rosturi de fațadă mai mari de 10 mm, rosturile dintre panourile interioare și planșee mai mari de 20 mm și rosturile orizontale de lățimea 20 mm. La confecționarea panourilor mari se admit abateri de ± 4 mm la dimensiunile principale și ± 3 mm la planeitate.

Toleranțele la confecționarea armăturilor trebuie să se încadreze în limitele: ± 10 mm, la lungimile barelor, ± 50 mm la pozițiile înădirilor, ± 15 mm la distanțele dintre etrieri.

La montarea panourilor în clădiri se admit abateri de:

± 3 mm, de la verticalitatea panourilor partante(fig.133 a);

± 5 mm, de la poziția în plan (fig.133 b,c);

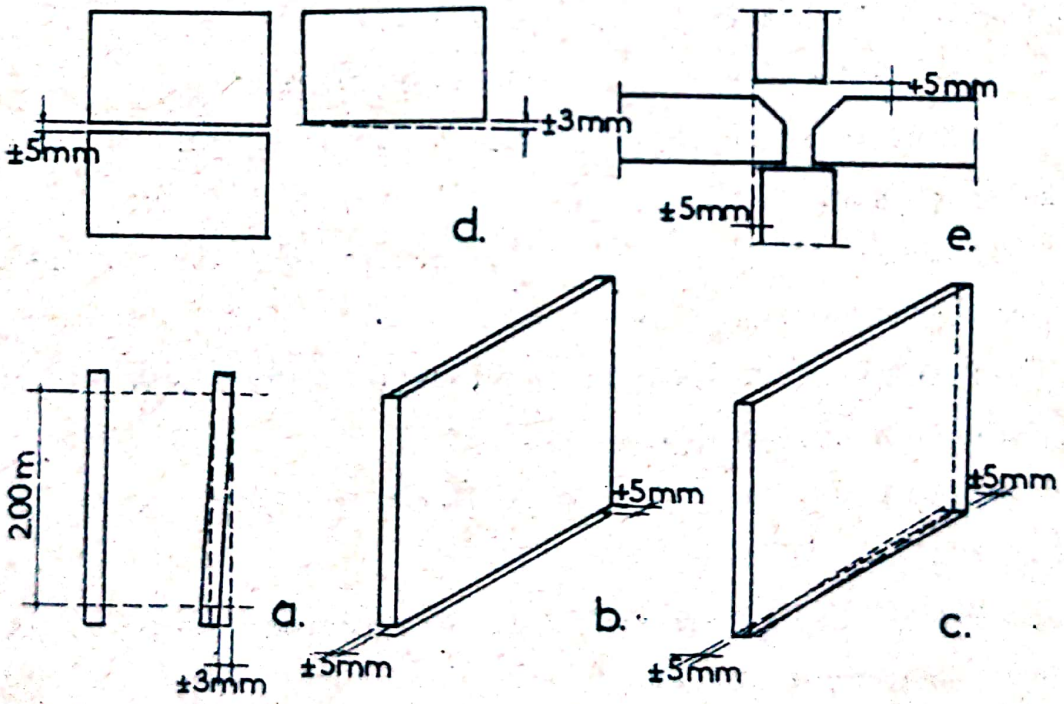


Fig.133. Toleranțe la pozarea panourilor mari
a) la verticalitate
b) c) la poziția în plan
d) la rosturi la fațade
e) la continuitatea diafragmelor

± 3...5 mm, la deschiderea rosturilor din fațadă (fig. 133 d);

± 5 mm, la continuitatea diafragmelor verticale(fig.133 e).

13.6. Imbinări

La construcțiile din panouri mari trebuie să se aibă în vedere restabilirea continuității prin îmbinări pentru a asigura adaptabilitatea dinamică similară structurilor din beton armat monolit. Ansamblul diafragmelor orizontale și verticale trebuie să formeze o cutie rigidă, care să conducă la o structură echivalentă, din punct de vedere al rezistenței antiseismice, cu o structură monolită corespunzătoare. Rosturile verticale trebuie să reziste la întindere și forfecare, iar rosturile orizontale la întindere și compresiune.

Funcțiunile principale ale îmbinărilor sînt:

- Portanță la solicitările din forțe orizontale din vînt sau seismicitate;

- Etanșeitatea la acțiunile climatice (infiltrarea apei din intemperii și a aerului).

Principalele condiții ale îmbinărilor dintre pereții transversali și longitudinali sînt:

- continuitatea în transmiterea eforturilor de la un panou la celălalt;

- restabilirea monolitismului diafragmelor, pentru a corespunde ipotezelor de calcul;

- simplitate constructivă la execuție;

- execuție în orice anotimp;

- consum redus de materiale și manoperă.

In regiuni seismice, îmbinările trebuie să reziste în special la solicitările obișnuite și dinamice și de aceea tre-

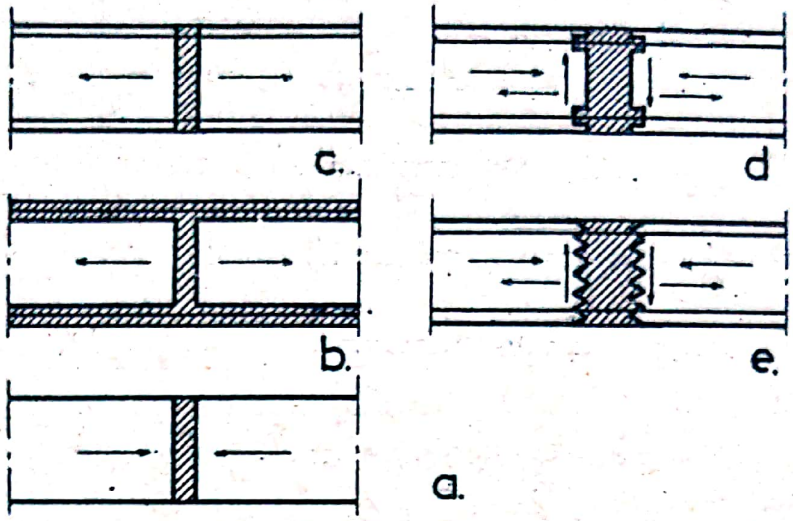


Fig.134. Imbinări la diferite solicitări
a) la compresiune
b),c) la întindere şi compresiune
d),e) la forfecare

buie să îndeplinească condiţiile:

- să transmită perfect eforturile;
- să realizeze o structură monolită;
- consum minim de oţel;
- siguranţă în exploatarea clădirii.

Pentru a asigura continuitatea elementelor prefabricate într-o construcţie (pereţi, planşee) e necesar ca îmbinările să preia eforturile:

- de compresiune, normale pe rost ceea ce se asigură prin betonul de monolitizare, în contact intim cu panourile (fig. 134 a);
- de întindere, normale pe rost, preluate prin armături dispuse simetric faţă de planul median al diafragmei (fig.134, b,c);
- eforturi tangenţiale, în lungul rostului, preluate prin

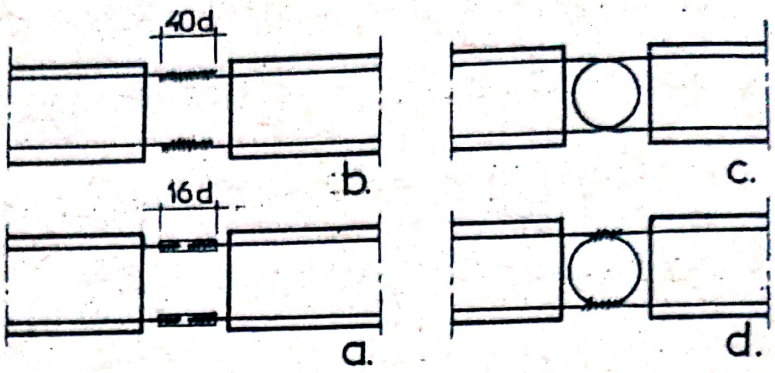


Fig.135. Imbinarea armăturilor

a) sudura cu plăcuţe
b) petrecerea armăturilor
c) îmbinare în buclă
d) îmbinări mixte

betonul de monolitizare şi de armătură din rosturi (fig. 134 d,e).

In fig.135 sînt indicate sisteme de îmbinări pentru diferite moduri de solicitări. Imbinările prin precomprimare asigură preluarea eforturilor, ajung imediat la rezistenţe finale,nu prezintă pericolul de fisurare

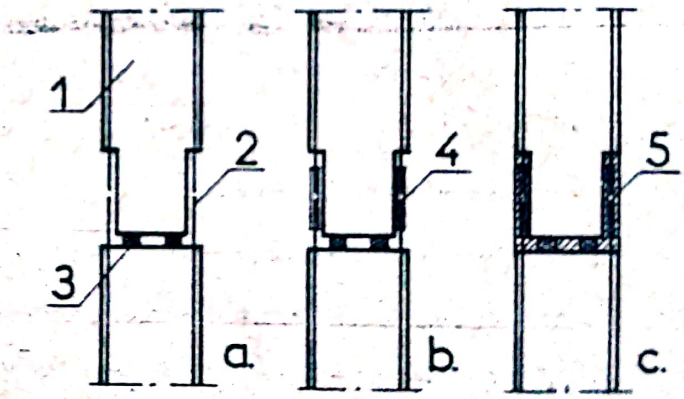


Fig.136. Fazele de execuţie la îmbinările panourilor mari

a) pozare uscată
b) continuitatea armăturilor
c) monolitizarea îmbinării
1.panou 2.mustăţi 3.pene
4.sudură 5.beton monolitizare

a betonului şi anulează cea mai mare parte din contracţie.

La realizarea îmbinărilor orizontale intervin următoarele faze de execuţie:

- pozarea uscată a panourilor (fig.136 a);
- continuitatea armăturilor (fig.136 b);
- monolitizarea îmbinării (fig.136 c).

13.7. Etanşeitatea rosturilor

Calitatea de exploatare şi durabilitate a clădirilor din panouri mari depinde în mare măsură de etanşeitatea la ploaie a pereţilor. La îmbinările panourilor mari pot apărea fisuri datorită solicitărilor din contracţie şi a deformaţiilor termice din variaţiile de temperatură în raport cu temperatura de formare a structurii materialelor îmbinărilor şi a diferenţei de temperatură de pe cele două feţe.

In ceea ce priveşte etanşeitatea rosturilor la apă datorită ploii trebuie să se ia în considerare faptul că apa pătrunde în rosturile orizontale, iar în cazul ploilor oblice şi în rosturile verticale

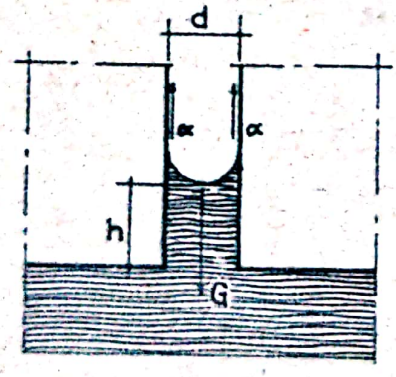


Fig.137. Pătrunderea apei în fisuri capilare la rosturi orizontale

Dacă se consideră o fisură capilară între două plăci planparalele cufundate în apă, stratul de apă se urcă la înălţimea "h" (fig.137), datorită forţelor de tensiune superficială şi sub acţiunea forţei de gravitaţie a stratului de apă (fig.138). Capacitatea de pătrundere a apei în perete depinde de viteza de scurgere pe suprafaţa panoului şi de

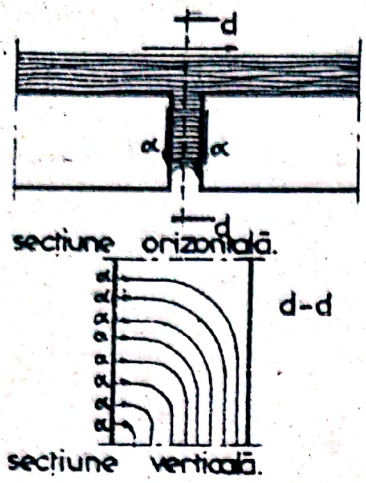


Fig.138. Infiltrarea apei la îmbinări verticale

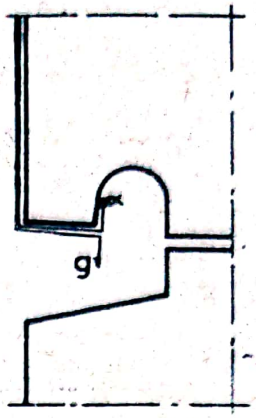


Fig.139. Scurgerea apei la ieșinduri

presiunea dinamică provocată de vînt.

La îmbinările verticale apa care pătrunde în rosturi datorită forțelor capilare are tendința de a aluneca în jos sub acțiunea forței de gravitație (fig.139). Pătrunderea apei în rosturile orizontale este influențată de raportul între forțele α și G, de forma lăcrimarului și de grosimea rosturilor. Pentru asigurarea etanșeității la apă se folosesc mortare hidrofobizate și materiale impermeabilizate.

13.8. Imbinările panourilor mari în țara noastră

Tipurile de îmbinări de rezistență utilizate în R.S.România au fost studiate, în ceea ce privește cerințele de rezistență, în condițiile forțelor seismice și de etanșeitate. In cadrul institutelor de proiectări și cercetări din R.S.România s-au adoptat următoarele tipuri de îmbinări:

- Imbinări pe conturul panourilor bazate pe principiul distribuirii eforturilor pe margini, cu mustăți sau bucle îmbi-

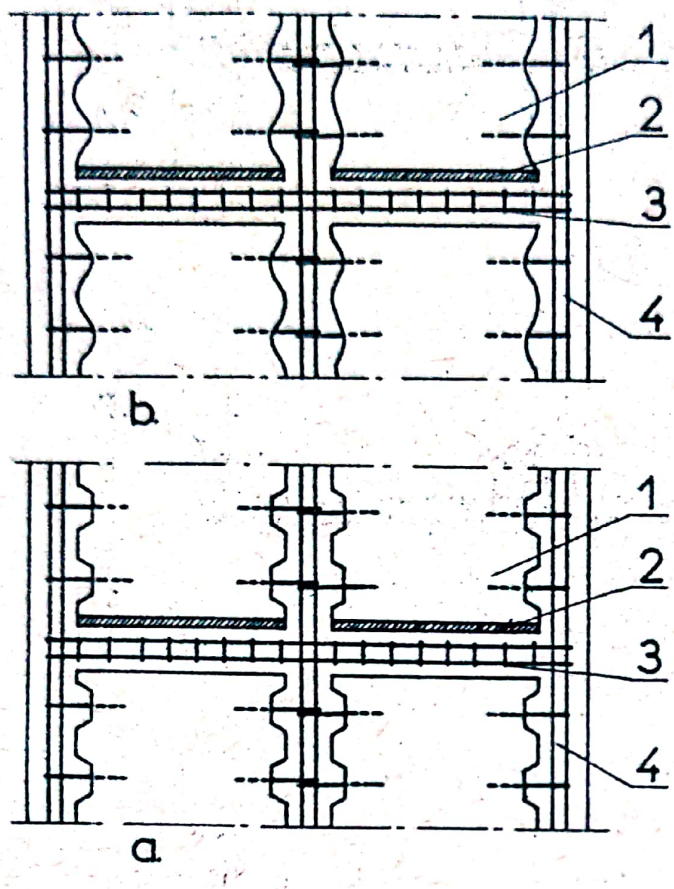


Fig.140. Imbinările panourilor pe contur a) proiect I.S.C.A.S.
b) proiect I.P.B.
1. panou 2.mortar poză 3.centură 4.stîlpişor de beton armat

nate prin petrecere şi beton turnat în stîlpişori şi centuri, după proiecte ISCAS şi I.P.B. (fig.140).

- Imbinări "la colţurile panourilor" bazate pe principiul concentrării eforturilor la noduri, cu mustăţi sudate şi betonate (fig. 141 a, proiect I.P.C.M.C.) şi cu plăcuţe metalice sudate (fig.141 b, proiect I.N.C.E.R.C.)

In U.R.S.S. în regiuni seismice se folosesc tipurile de îmbinări prezentate în fig.142:

- cu bucle şi agrafe (fig.142 a);
- cu bucle (fig.142 b);
- cu plăcuţe sudate (fig.142 c).

In fig.143 se indică detaliul de îmbinare al unui nod de pereţi exteriori, avîndu-se în vedere cerinţele de izolare termică, etanşeitate la aer şi etanşeitate la vapori de apă.

Betonul de monolitizare din stîlpişori se toarnă de marcă

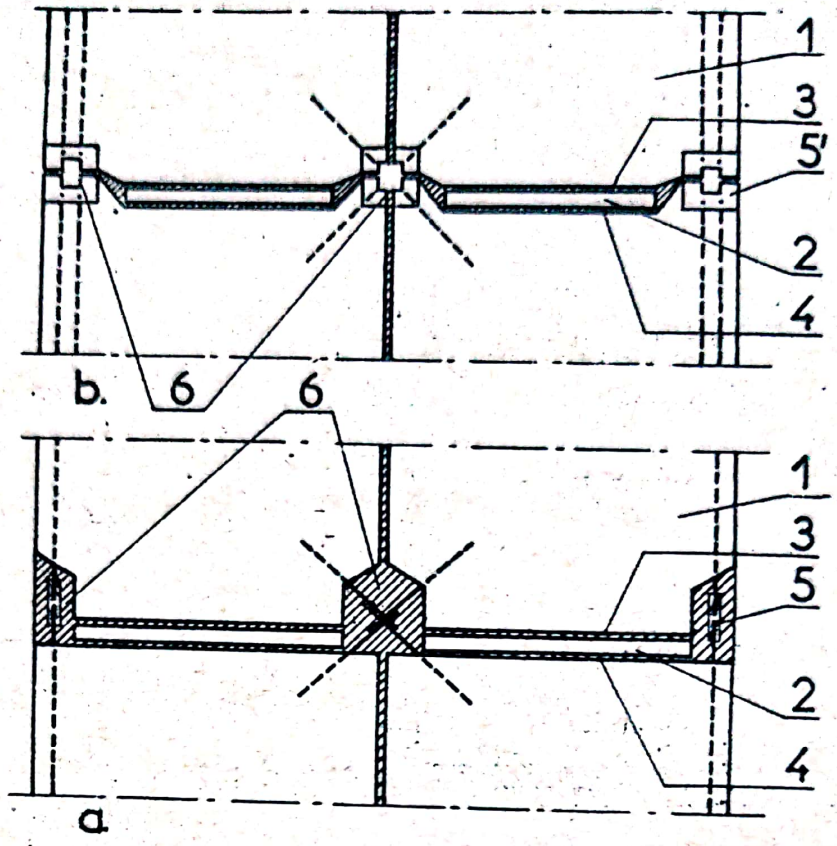


Fig.141. Imbinările panourilor la colţuri

a) proiect I.P.C.M.C. b) proiect I.N.C.E.R.C.

1.panou perete 2.panou planşeu 3. mortar de montare 4.mortar de poză 5. îmbinări sudate cu eclise 5.îmbinări sudate cu plăcuţe 6.beton turnat

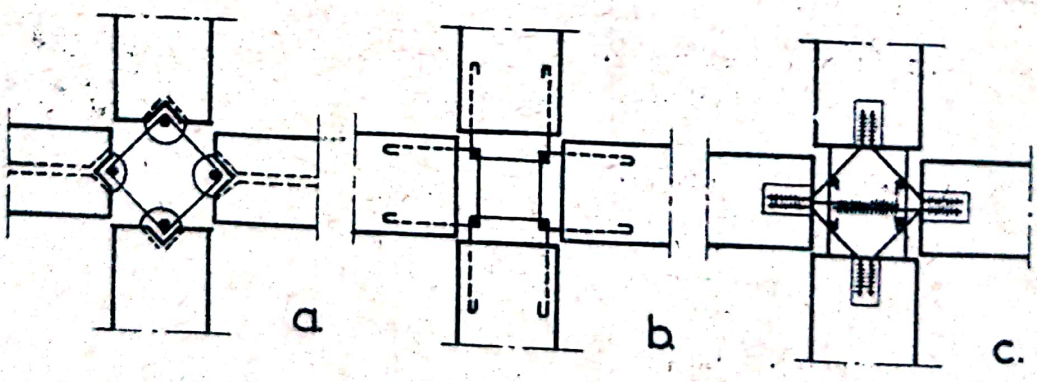


Fig.142. Imbinări antiseismice în U.R.S.S. a)cu bucle şi agrafe b) cu bucle c) cu plăcuţe sudate

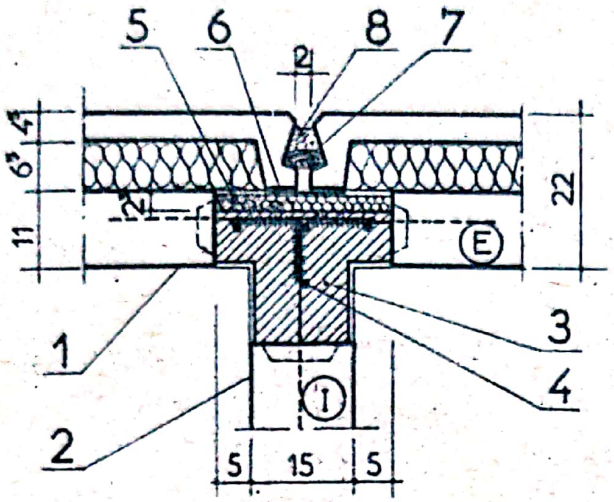


Fig.143. Imoinare la pereţi exteriori
1.panou exterior 2.panou interior
3.beton B 200 4.armături 4 Ø 10
5.izolaţie termică 6.pînză T.C.A.
7.frînghie gudronată 8.mortar hidrorob

B_{200} din agregat mărunt. La îmbinările între panourile exterioare şi planşee se are în vedere impermeabilizarea rostului orizontal la aer şi apă, izolarea termică cu plăci de vată semirigidă şi rigidizarea îmbinării pentru asigurarea conlucrării între perete şi planşeu (fig.144 a,b).

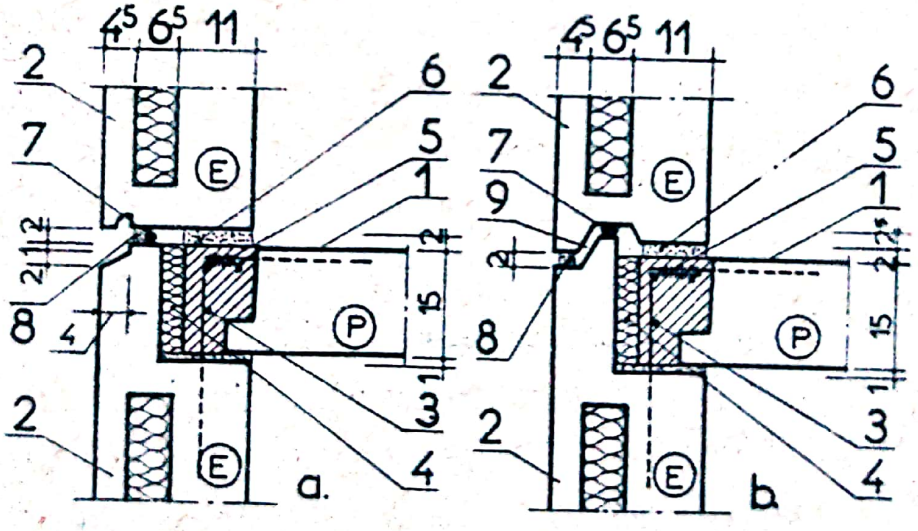


Fig.144. Îmbinări orizontale între pereţi exteriori şi planşeu
1.panou planşeu 2.panou perete 3.armături 3 Ø 10 ÷12 4.izolaţie termică vată minerală 2,5 cm 5.sudură 6.mortar poză M 100 7.frînghie gudronată 8.mortar hidrofob 9.spaţiu de aer compensator

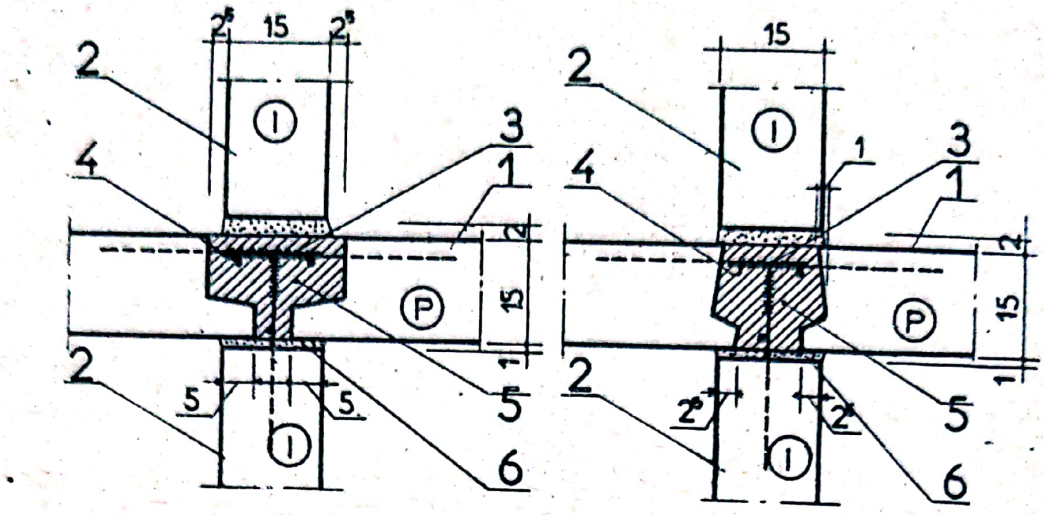


Fig.145. Imbinări între panouri interioare şi planşee
1. panou planşeu 2. panou perete interior 3. sudură
4. armături verticale 3 Ø 10 5. beton B 200 6. mortar poză

Centura se realizează din beton B_{200}, iar mortarul de matare necesar la rezemarea planşeului şi a panoului superior se prevede pe bază de ciment, marca M 100.

In fig.145 sînt indicate detalii de îmbinări dintre panouri interioare şi planşee, a căror alcătuire trebuie să satisfacă cerinţe de rezistenţă la compresiune, întindere şi forfecare.

13.9. Panouri mari ceramice

Avîndu-se în vedere avantajele funcţionale ale materialelor ceramice s-au făcut cercetări în ţara noastră ca şi în Franţa, R.S.Cehoslovacă, U.R.S.S. pentru folosirea lor la panouri mari, sub formele:

- zidării de cărămidă vibrată;
- zidării din blocuri ceramice.

Panourile ceramice se alcătuiesc din zidărie, în unul

sau două straturi, cu sau fără izolant termic, avînd rosturile umplute cu mortar vibrat şi se recomandă la clădiri cu structuri cu pereţi portanţi transversali.

Avantajele utilizării panourilor din zidărie vibrată sînt:

- industrializarea folosirii cărămizilor, produse tradiţionale;
- reducerea manoperii pe şantier faţă de zidăria de cărămidă obişnuită cu 40%;
- realizarea unei durate de execuţie comparabilă cu cea în cazul panourilor mari de beton armat;
- reducerea de două ori a consumului de cărămidă faţă de sisteme de pereţi executaţi cu metodele actuale neindustriale;
- reducerea cu 30% a consumului de ciment faţă de panourile mari de beton armat;
- folosirea raţională a capacităţii portante a zidăriei de cărămidă;
- reducerea preţului de cost cu 10% faţă de clădirile din zidărie portantă obişnuită.

La panouri mari ceramice se folosesc următoarele materiale:

- cărămizi pline obişnuite, STAS 457-57;
- cărămizi cu găuri verticale, STAS 5185-59;
- blocuri ceramice de diferite tipuri, fig.146.

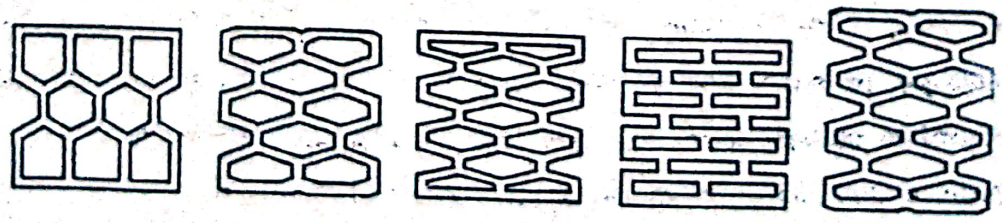


Fig.146. Tipuri de blocuri ceramice pentru panouri ceramice

Scanned with OKEN Scanner

sau două straturi, cu sau fără izolant termic, avînd rosturile umplute cu mortar vibrat şi se recomandă la clădiri cu structuri cu pereţi portanţi transversali.

Avantajele utilizării panourilor din zidărie vibrată sînt:

- industrializarea folosirii cărămizilor, produse tradiţionale;
- reducerea manoperii pe şantier faţă de zidăria de cărămidă obişnuită cu 40%;
- realizarea unei durate de execuţie comparabilă cu cea în cazul panourilor mari de beton armat;
- reducerea de două ori a consumului de cărămidă faţă de sisteme de pereţi executaţi cu metodele actuale neindustriale;
- reducerea cu 30% a consumului de ciment faţă de panourile mari de beton armat;
- folosirea raţională a capacităţii portante a zidăriei de cărămidă;
- reducerea preţului de cost cu 10% faţă de clădirile din zidărie portantă obişnuită.

La panouri mari ceramice se folosesc următoarele materiale:

- cărămizi pline obişnuite, STAS 457-57;
- cărămizi cu găuri verticale, STAS 5185-59;
- blocuri ceramice de diferite tipuri, fig.146.

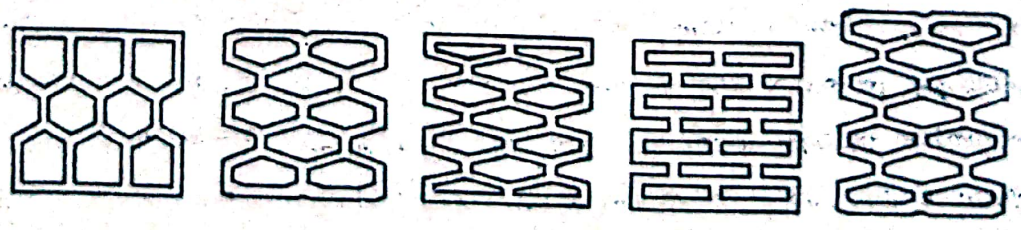


Fig.146. Tipuri de blocuri ceramice pentru panouri ceramice

Scanned with OKEN Scanner

Marca cărămizilor, determinată conform STAS 416-57, se ia: 75, 100, 125. Pentru executarea zidăriei panourilor şi finisarea acestora se foloseşte mortar de ciment de mărcile 50, 75, 100 şi trebuie să satisfacă condiţiile din STAS 1030-55. Consistenţa mortarului se ia, conform STAS 2634-51, de 8...10 cm cînd mortarul se toarnă în tipare cu buncărul şi 14 cm cînd mortarul se toarnă cu pompa de mortar. Mortarul se recomandă a se realiza cu ciment RIM 500, nisip cuarţos, apă şi plastifiant (var sau argilă).

Izolarea termică se poate realiza din:

- plăci de beton celular autoclavizat cu $\rho_{s.a.} = 500$ kg/mc, şi $R_c = 10$ kg/cmp;
- fibrobeton;
- plăci de stufit;
- plăci semirigide de vată minerală, sillan, polistiren etc.

Ca armături se poate folosi oţel OL-00, pentru carcase sudate şi oţel OL 38 sau sîrmă trasă la rece.

După modul de alcătuire, se disting următoarele tipuri de panouri ceramice, fig.147:

- într-un strat (omogeni);
- în două straturi (neomogeni) din care un strat de zidărie şi un strat termoizolant, dispus la interior sau exterior;
- în trei straturi (neomogeni), din care un strat termoizolant la mijloc.

Pereţii interiori portanţi se alcătuiesc din zidărie de cărămidă într-un strat sau două straturi. Grosimea panourilor se ia 14 cm la elemente într-un strat şi 26 cm la două straturi. Rosturile dintre cărămizi se iau de 10...14 mm grosime şi se prevăd continui după cele trei direcţii.

Pentru înglobarea carcaselor de armături se prevăd nervu-

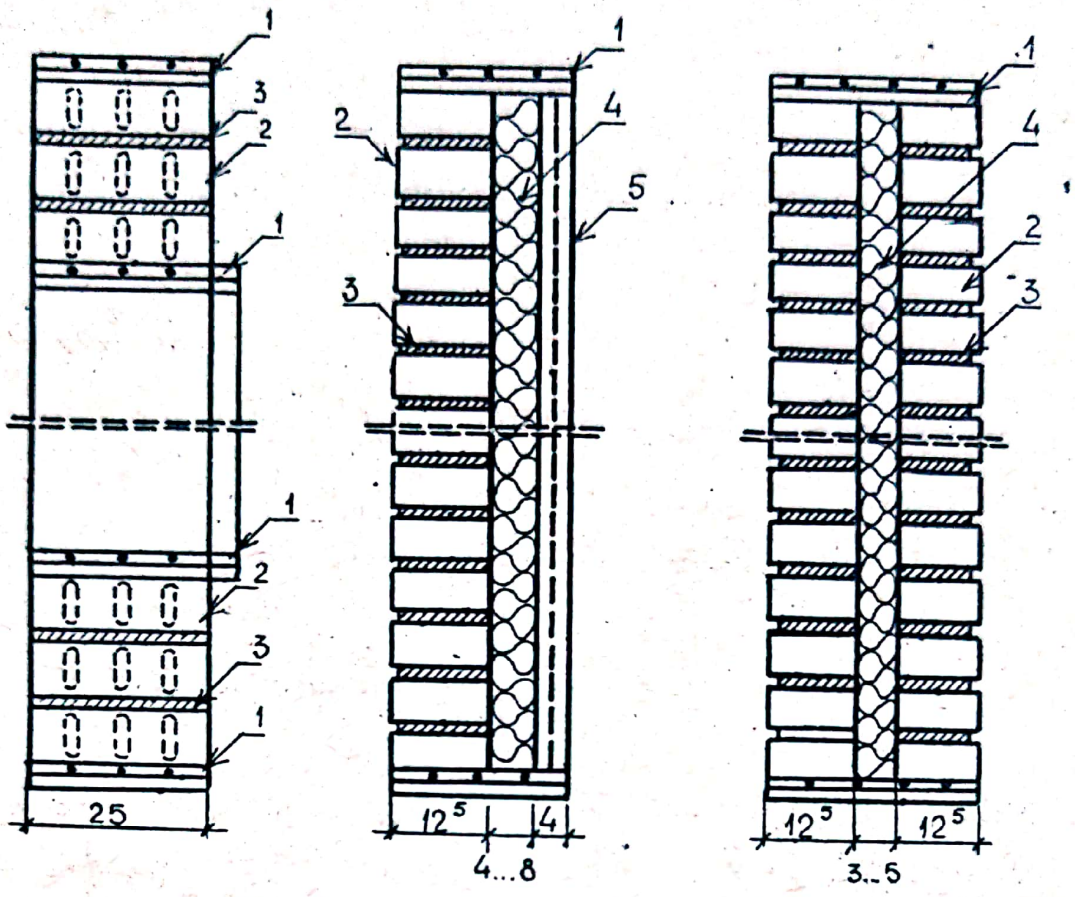


Fig.147. Tipuri de panouri mari ceramice
a) într-un strat; b) în două straturi c) în 3 straturi
1-beton armat; 2-blocuri sau cărămizi ceramice; 3-mortar;
4-izolaţie termică; 5-tencuială pe rabit

ri verticale şi orizontale de 30 mm lăţime la distanţe de maximum 1,4 m. Grosimea stratului de tencuială se ia de 1 cm.

Carcasele sudate se alcătuiesc din oţel beton Ø 6...10 mm, iar etrierii din oţel beton Ø 4 mm. Solidarizarea armăturilor se face cu cordoane de sudură avînd lungimea de minimum 50 cm. Diametrul urechilor din oţel beton se ia cel puţin 10 mm.

Panourile exterioare se pot realiza într-un strat şi din blocuri ceramice, fig.148. La structuri în mai multe straturi, materialul de izolare termică se dispune la interior sau exte-

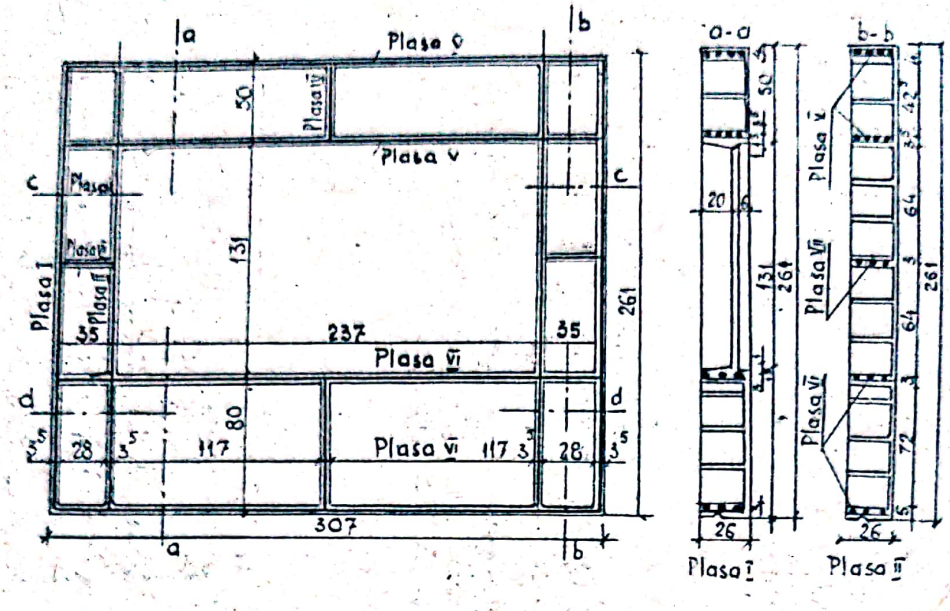


Fig.148. Panouri mari din blocuri ceramice

rior, în acest din urmă caz realizîndu-se din materiale termoizolante rigide de exemplu beton celular autoclavizat. Stratul de izolare termică se protejează cu un strat de mortar de 3 cm grosime, armat cu o plasă de oţel beton cu 3 mm, cu ochiuri de 20 x 20 cm.

14. Elemente spaţiale

O soluţie eficientă, experimentată şi introdusă pe scară din ce în ce mai largă se bazează pe procedeul de execuţie a construcţiilor din elemente spaţiale prefabricate.

Procedeul constă din execuţia industrială a unor elemente prefabricate, de dimensiunile unei încăperi sau a unui grup de încăperi, complet echipate şi finisate din fabrică cu toate instalaţiile tehnico-sanitare, pe şantier realizîndu-se numai montarea şi asamblarea lor.

Elementele spaţiale se realizează prin turnarea monolită, în una sau mai multe reprize, sau prin asamblarea de panouri

plane prefabricate, formînd structuri spaţiale cu 4,5 sau 6 feţe.

Raportul dintre S_p / S_t=10%, în care S_p este suprafaţa în secţiune orizontală a pereţilor, iar S_t, suprafaţa totală a încăperii.

Experimentări în ţara noastră s-au realizat în 1961 de către I.S.C.M.-Oneşti.

Se pot preconiza următoarele tipuri de structuri de elemente spaţiale:

a - Structura "fagure", fig.149 alcătuită din 2 pereţi longitudinali, planşeu, tavan, cu perete de faţadă şi perete transversal adăugaţi ulterior.

b - Structura tip "calotă", fig.150, alcătuită din tavan şi pereţi turnaţi monolit, iar planşeul adăugat ulterior şi asamblat prin sudarea pieselor înglobate iniţial în beton.

c - Structura tip "pahar", fig.151, realizată din planşeu inferior şi pereţi turnaţi monolit, tavanul fiind montat ulterior.

d - Structura tip "cutie", fig.152, alcătuită din pereţi, tavan şi planşeu, turnaţi monolit, sau realizată integral din panouri mari preasamblate în atelier sau pe şantier.

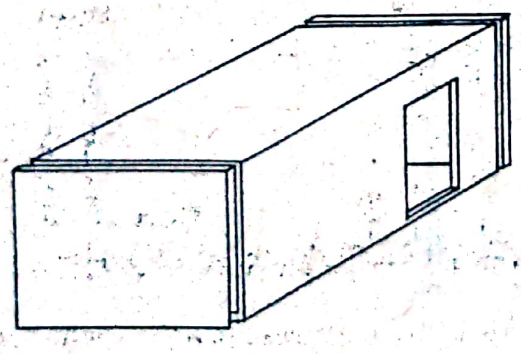


Fig.149. Element spaţial tip fagure

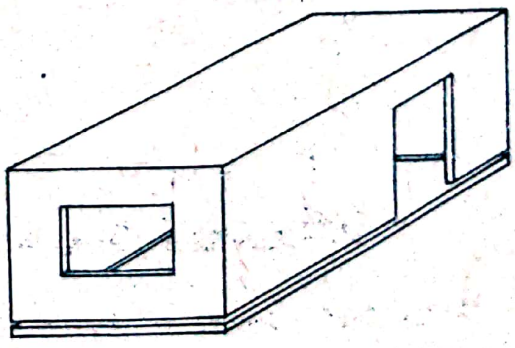


Fig.150. Element spaţial tip calotă

Scanned with OKEN Scanner

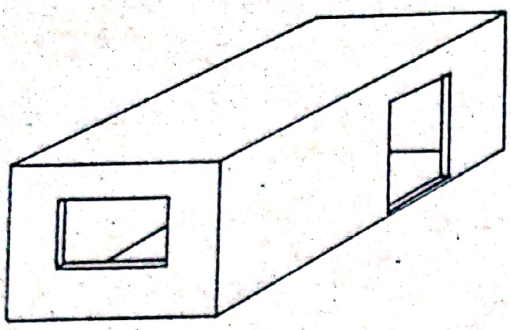


Fig.151. Element spaţial tip pahar

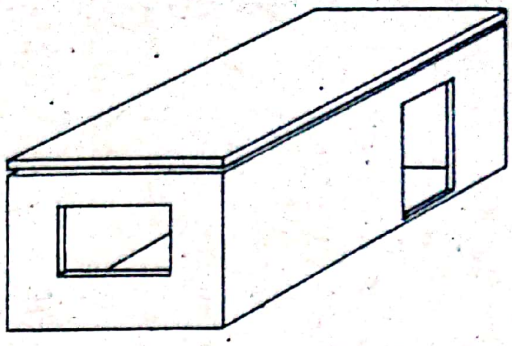


Fig.152. Element spaţial tip cutie

In oraşul Gheorghe Gheorghiu-Dej s-a experimentat structura elementului spaţial de tip pahar. Caracteristica prototipului constă din eliminarea unui element independent de tavan, funcţia acestuia fiind îndeplinită de placa întoarsă a planşeului elementului superior, fig.153.

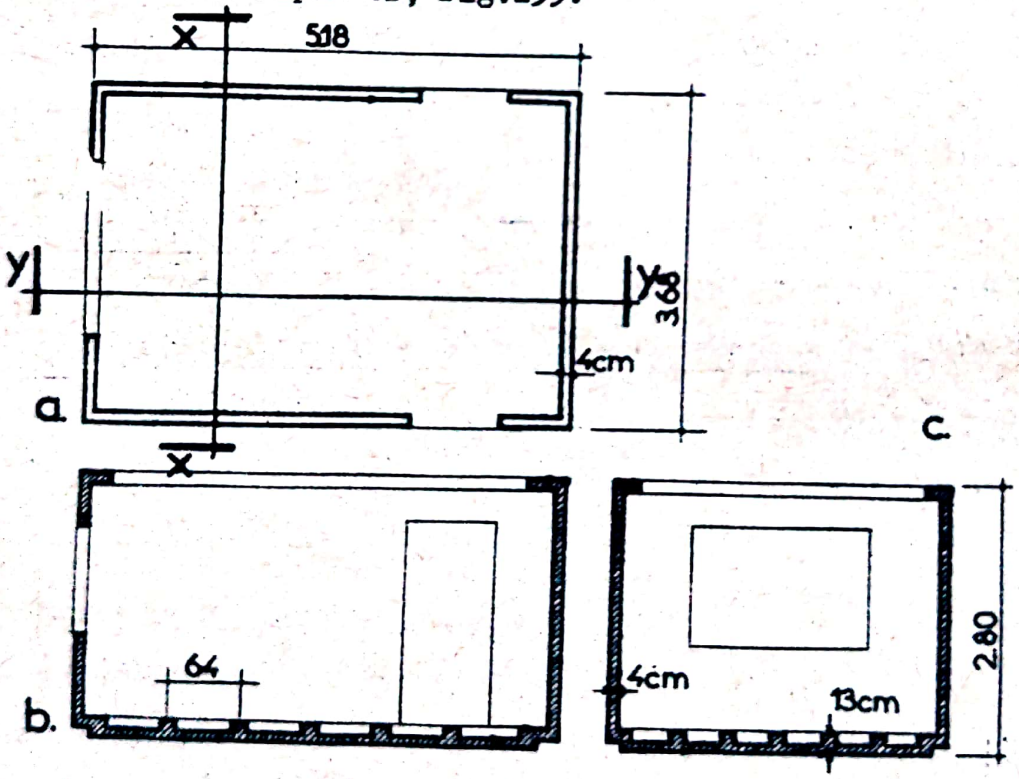


Fig.153. Caracteristicile elementului spaţial de tip pahar experimentat de I.S.C.M.-Oneşti a) secţie orizontală (plan) b) secţie longitudinală yy c) secţie transversală xx.

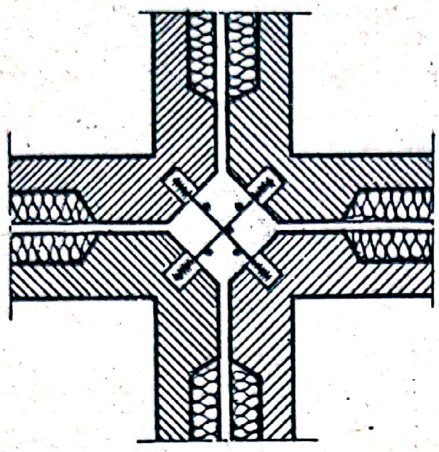


Fig.154. Imbinarea interioară a elementelor spaţiale

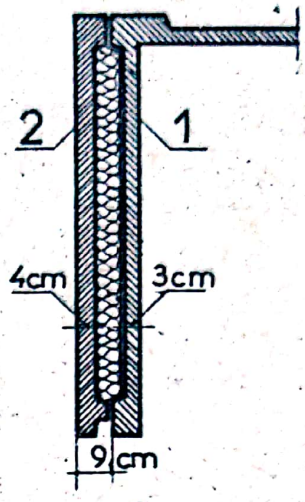


Fig.155. Structura elementului spaţial realizat în U.R.S.S.
1.element spaţial
2.panou termoizolant

Prototipul este proiectat pentru clădiri de locuit cu P + 3 şi P + 4 nivele. Structura de rezistenţă a elementelor spaţiale s-a realizat din beton B 250. Pereţii au fost placaţi la interior cu plăci de beton spumos cu $\varrho_{s.e.}$=600 kg/m^3.

In fig.154 se prezintă detaliul de îmbinare interioară a 4 elemente spaţiale. Pereţii între încăperi sînt dubli, în grosime de 9 cm beton, cu strat de aer de 3 cm.

In U.R.S.S. peretele exterior este izolat cu un cheson de beton armat de 3 cm grosime, prevăzut cu plăci de vată minerală semirigidă de 9 cm grosime, fig.155. Etanşarea rosturilor se face cu mortar hidrofob şi mastic de azbobitum, fig.156. Finisajul interior se poate realiza din tapet semilavabil, iar la exterior din zugrăveli cu vinacet.

15. Calculul static şi de rezistenţă al pereţilor

1.5.1. Modul de solicitare

Pereţii sînt elemente de construcţie supuse la forţe ver-

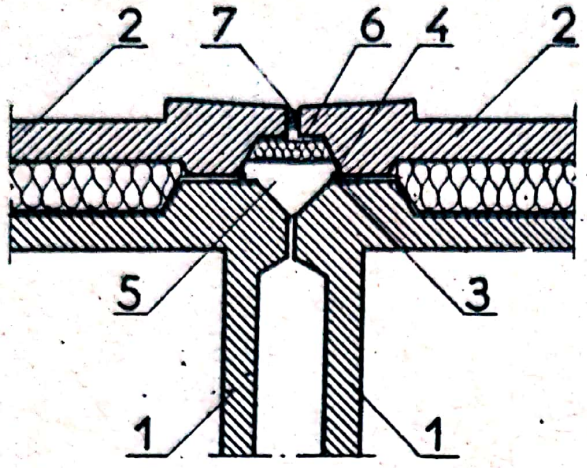


Fig.156. Imbinarea exterioară a elementelor spaţiale 1.element spaţial 2.cheson exterior 3.plăcuţă metalică 4.cordon sudură 5.beton montaj 6.termoizolaţie 7.mortar hidrofob sau mastic asbobitum

ticale şi orizontale şi care conlucrează cu planşeele şi acoperişul la preluarea solicitărilor. Analiza comportării statice şi de rezistenţă a acestor elemente, ce caracterizează structura unei clădiri, presupune cunoaşterea următoarelor elemente:

- materialul din care este alcătuit peretele;
- sistemul constructiv;
- legăturile şi conlucrarea cu celelalte elemente structurale al clădirii (planşee, acoperiş);
- sistemul tehnologic de execuţie a lucrărilor.

Pereţii pot fi supuşi la forţe verticale din încărcări permanente, utile şi accidentale datorită acoperişului, planşeelor şi greutăţii proprii (fig.157 a), luîndu-se în considerare solicitarea de compresiune excentrică şi stabilitatea. In cazul forţelor orizontale şi verticale, datorită împingerii materialelor depozitate în încăperi (fig.157 b), a acţiunii vîntului şi seismicităţii (fig.157 c), intervine solicitarea de compresiune excentrică, stabilitatea la răsturnare, alunecarea, forfecarea, iar la structuri cu scheme statice elastice şi solicitarea de încovoiere.

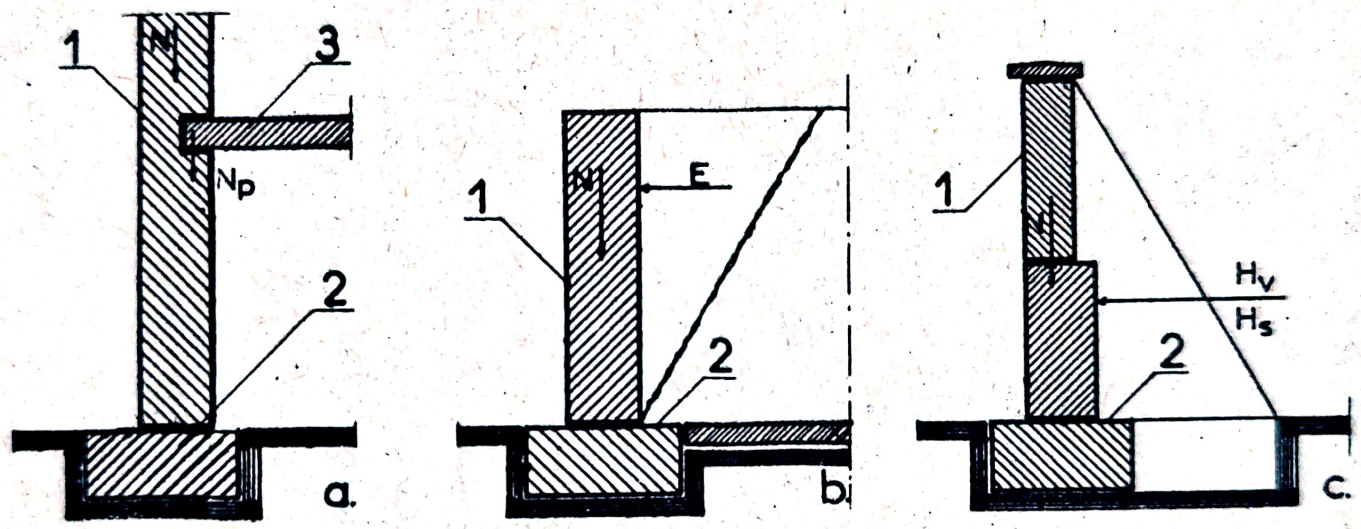


Fig.157. Modul de solicitare al pereţilor

a) solicitarea la forţe longitudinale

b) solicitarea la forţe de împingere orizontale

c) solicitarea la forţe orizontale din vînt şi seismicitate

1. perete 2. fundaţie 3. planşeu

Scanned with OKEN Scanner

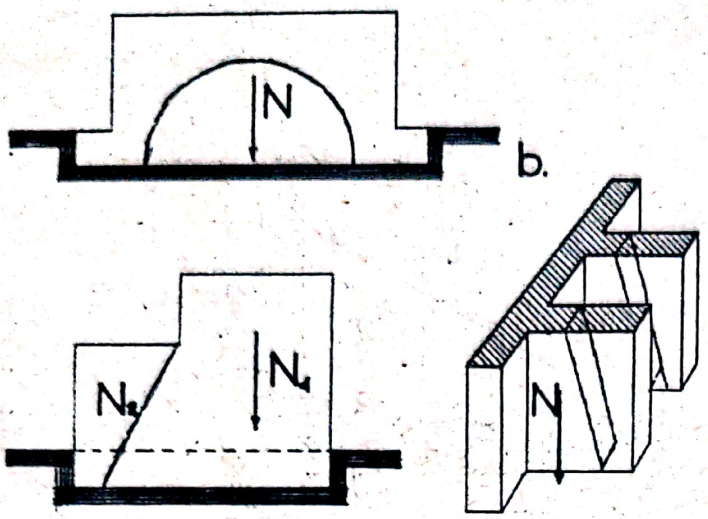


Fig.158. Cedarea pereţilor datorită unor solicitări locale
a) încărcare neuniformă
b) cedare locală a terenului
c) tasare neuniformă

Pereţii pot fi solicitaţi la forţe locale din supraîncărcări sau cedare locală a terenului. Cedarea prin forfecare şi întindere se poate datora următoarelor cauze:

- încărcarea neuniformă a pereţilor(fig. 158 a);
- cedarea locală a terenului (fig.158 b);
- tasarea neuniformă a pereţilor exteriori (fig.158 c).

Modul de solicitare al pereţilor depinde şi de concepţia arhitecturală a acestora. Forma, suprafaţa şi dispoziţia golurilor de uşi şi ferestre influenţează distribuţia liniilor statice ale forţelor verticale, ce sînt deviate de o parte şi de alta a golurilor (fig.159).

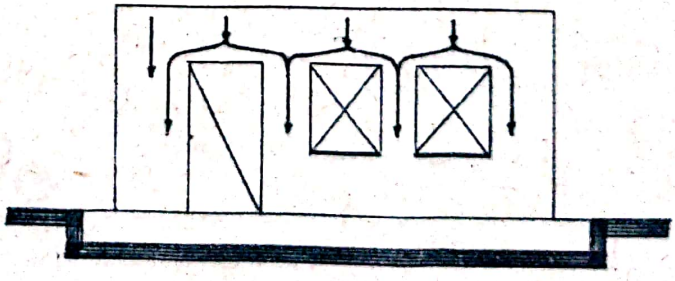


Fig.159
Liniile statice ale forţelor verticale la pereţi cu goluri

15.2. Rigiditatea pereţilor şi a stîlpilor

Elementele verticale ale unei clădiri (pereţi şi stîlpi), elementele orizontale (planşee şi acoperiş), datorită legăturilor dintre ele, formează un ansamblu, care sub acţiunea solicitărilor exterioare, se comportă ca un sistem spaţial. In cadrul acestui sistem spaţial, pereţii şi stîlpii au funcţiunea de a prelua încărcările de la acoperiş şi planşee şi a le transmite fundaţiilor asigurînd stabilitatea sistemului la acţiunea forţelor orizontale şi verticale. Pentru ca pereţii şi stîlpii să poată îndeplini aceste funcţiuni, e necesar să aibă un minimum de rigiditate. Rigiditatea minimă a peretelui se determină prin raportul $\beta = H/d$, în care "H" este înălţimea şi d grosimea elementului, în metri, fig.160. Alegerea coeficientului β se face în raport cu grupa zidăriei, tipul mortarului şi destinaţia elementului.

In tabelul 3 se indică încadrarea zidăriilor în grupele I...IV în funcţie de tipul zidăriei şi marca mortarului.

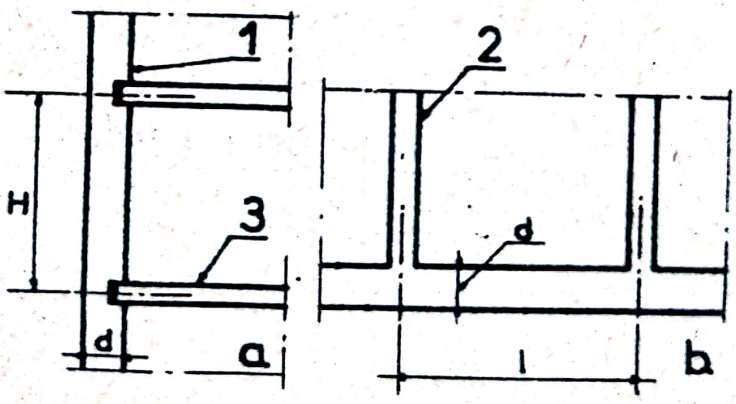


Fig.160. Distanţele între elementele structurale ale clădirilor

a) secţie b) plan

1. perete exterior
2. perete interior transversal
3. planşeu

Tabelul 3

Grupele de zidărie în funcţie de marca mortarului R_m şi a blocului R_b

Nr. crt.	Tipul zidăriei	Grupele de zidărie în funcţie de Rm marca mortarului I	II	III	IV
1.	Zidărie normală din cărămizi obişnuite şi blocuri cu marca min.50	$R_m \geq 10$	$R_m \geq 4$	-	-
2.	Zidărie uşoară din cărămizi sau blocuri de beton	$R_m \geq 25$ $R_b \geq 25$	$R_m \geq 15+10$ $R_b \geq 10$	$R_b \geq 7-4$	-
3.	Zidărie din blocuri	-	$R_m \geq 25$	$R_m \geq 10-4$ mortar argilă	
4.	Zidărie de piatră brută	-	$R_m \geq 50$	$R_m \geq 25-10$	$R_m > 4$
5.	Beton cicloplan	$R_b \geq 100$	$R_b = 75-50$	R = 35	-
6.	Zidării din materiale pe bază de pământ	-	-	mortar de var	mortar de argilă

Rigiditatea minimă a pereţilor şi stîmpilor, la elemente portante cu grosime > 30 cm, fără goluri, pentru cazul cînd lungimea "ℓ" a elementului îndeplineşte condiţia $\ell < 2,5$ H, se va lua $\beta = H/d = 25...13$, conform datelor din tabelul 4.

Tabelul 4

Valorile $\beta = H/d$ la elemente portante pentru d > 30 cm

Nr. crt.	Marca mortarului	Valorile $\beta = H/d$ pentru zidărie de grupa I	II	III	IV
1.	50	25	22	-	-
2.	25	22	20	17	-
3.	10	20	17	15	14
4.	4	-	15	14	13

La elemente neportante valorile coeficientului $\beta = H/d$ vor fi superioare valorilor 50...17, conform datelor din tabelul 5.

Tabelul 5

Valorile $\beta = H/d$ la elemente neportante, pentru $d < 30$ cm

Nr. crt.	Grosimea peretelui	Valorile $\beta = H/d$ pentru mortar de marca			
		50	25	10	4
1.	30	27	22	20	17
2.	25	30	25	22	18
3.	20	35	30	25	20
4.	15	40	35	30	22
5.	10	45	40	35	25
6.	5	50	45	40	-

Valorile limită ale coeficientului β din tabelele 4 și 5 se reduc în cazurile indicate în tabelul prin înmulțire cu coeficientul k.

Pentru $\ell > 2\,H$, se recomandă relația:

$$H + \ell \cong 3.k.H \qquad (10)$$

Tabelul 6

Valorile coeficientului de reducere k

Nr. crt.	Tipul de pereți	Valoarea coeficientului k
1.	Pereți portanți de maximum 30 cm grosime ce suportă încărcări din acoperiș și planșeu.	0,8
2.	Pereți cu goluri.	$\sqrt{A_{net}/A_{brut}}$
3.	Pereți despărțitori cu goluri	0,9
4.	Pereți cu $\ell > 2,5\,H$.	0,9
5.	Idem, pentru $\ell > 3,5\,H$ nerigidizați transversal.	0,8
6.	Pereți din zidărie de piatră brută și beton ciclopean.	0,8

Pentru stîlpi, valorile limită ale raportului β se reduc prin multiplicare cu coeficienții din tabelul 7.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 7

Coeficienţi de reducere a raportului $\beta = H/d$ pentru stîlpi

Nr. crt.	Lăţimea stîlpului	Stîlpi din blocuri	Stîlpi din zidărie de piatră brută şi beton ciclopean
1.	≥ 90	0,75	0,60
2.	70 - 89	0,70	0,55
3.	50 - 69	0,65	0,50
4.	< 50	0,60	0,45

La stîlpi dintre goluri, dacă au lăţime mai mică decît lăţimea peretelui, trebuie verificat raportul β în planul peretelui, ca pentru stîlpi obişnuiţi, "H" fiind egal cu înălţimea golului. Dacă valoarea β este mai mare decît valoarea admisă pentru stîlpi, zidul dintre goluri se consideră neportant.

Pentru pereţi cu pilaştri sau stîlpi de secţiune complexă se ia o lăţime convenţională $b = 3,5.i$, în care $i = \sqrt{I/A}$.

15.3. Rigiditatea spaţială a clădirilor

Din punct de vedere al rigidităţii structurilor se deosebesc două categorii de clădiri cu pereţi din zidărie portantă:

- clădiri cu structură spaţială rigidă (civile, social-culturale, industriale) caracterizate prin planşee şi ziduri transversale dese;

- clădiri cu structură spaţială elastică, în general industriale sau social-culturale cu un singur nivel, cu distanţe mari între zidurile transversale.

Gradul de rigiditate al unei structuri de clădiri este determinat de factorii:

- distanţa dintre elementele de rigidizare transversală

(pereţi transversali, cadre de beton armat);

- distanţa între planşee şi rigiditatea acestora în plan orizontal;

- rezistenţa şi rigiditatea pereţilor;

- natura materialelor de construcţie;

- legăturile dintre elementele portante verticale şi orizontale ale clădirii.

La clădiri cu structură spaţială rigidă, distanţele dintre zidurile transversale fiind mici, planşeele pot fi considerate reazeme fixe şi rigide, iar pereţii pot fi asimilaţi cu grinzi verticale, acţionate de sarcini verticale centrice şi excentrice şi de sarcini orizontale. Ca reazeme rigide pentru pereţii exteriori se pot considera:

- pereţii transversali de cel puţin 12 cm grosime din zidărie sau de 6 cm din beton;

- cadre transversale;

- planşeele dintre etaje, cu condiţia ca distanţa dintre elementele de rigidizare transversală (planşee, acoperişuri) să nu depăşească valorile din tabelul 8:

- fermele de acoperiş, cu condiţiile din tabelul 8.

Tabelul 8

Distanţa maximă între elementele de rigidizare transversală la structuri rigide, ℓ., în m

Nr. crt.	Tipul planşeului şi al acoperişului	Distanţa "ℓ" în m între elementele de rigiditate transversală, pentru grupa de zidărie			
		I	II	III	IV
1.	Planşee şi acoperişuri de lemn	30	24	18	12
2.	Planşee şi acoperişuri din prefabricate de beton armat	40	32	24	-
3.	Planşee şi acoperişuri din beton armat monolit	50	40	30	-

13.4. Calculul static al structurilor rigide

Se au în vedere sarcini longitudinale verticale provenind din greutatea proprie, încărcarea permanentă, utilă şi accidentală la acoperişuri, planşee, pereţi şi sarcini orizontale din vînt şi seismicitate.

Luînd în considerare conlucrarea între pereţi şi planşee, într-o primă ipoteză se poate considera schema de calcul în cadre pe o lăţime a pereţilor egală cu "b", distanţa între axa golurilor succesive (fig.161 a). Luînd în considerare sarcinile longitudinale N şi P din pereţi şi planşee, ar rezulta schema de momente din fig.161.c. In realitate, datorită materialelor

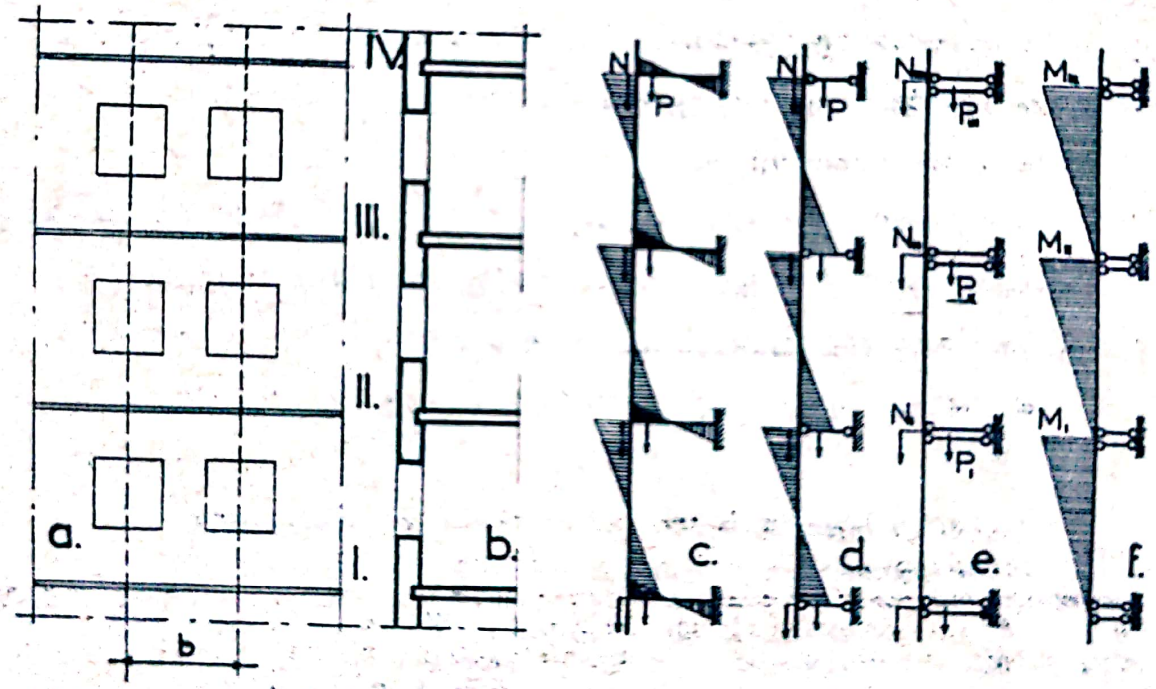


Fig.16 Schema de calcul static la sarcini verticale

a) perete exterior b) secţiune
c) schemă de calcul în cadre
d) schemă de calcul grindă continuă
e) schemă de calcul grindă independentă
f) momente încovoietoare pentru schema e.

de natură diferită, între pereţi şi planşee au loc rotiri şi nu se poate asigura continuitatea secţiunii corespunzătoare ipotezei de calcul privind structurile din cadre.

O apreciere mai apropiată de realitate se obţine considerînd ipoteza grinzii verticale continui, rezemată articulat în dreptul planşeelor, articulaţiile fiind exterioare. Momentele ce rezultă din sarcinile verticale prezintă schema din fig.161 d. Pentru simplificarea calculelor, datorită faptului că încastrarea planşeului în perete implică discontinuitatea secţiunii zidului, se consideră ipoteza simplificată a grinzii independente pe înălţimea unui etaj, fig.161 e, distribuţia momentelor avînd loc ca în fig.161 f, ce corespunde ipotezei unor articulaţii în dreptul fiecărui planşeu. Schemele de calcul static sînt în funcţie în acest caz de variaţia grosimii "d" a peretelui pe înălţimea clădirii.

Din acest punct de vedere distingem următoarele cazuri:

a) - perete de grosime constantă pe toată înălţimea clădirii (fig.162 a);

b) - perete de grosime variabilă în dreptul planşeului (fig.162 b);

c) - perete de grosime variabilă pe înălţimea unui etaj (fig.162 c);

La primul caz sarcinile transmise de partea superioară a construcţiei (acoperiş, planşee, pereţi) acţionează centric, iar sarcinile planşeului de la etajul de calcul acţionează excentric, Calculul excentricităţii "e" se face în ipoteza unei repartiţii triunghiulare a încărcărilor din planşeu (fig.163), pe baza relaţiei:

$$e_1 = \frac{d}{2} - \frac{a}{3} \qquad (11)$$

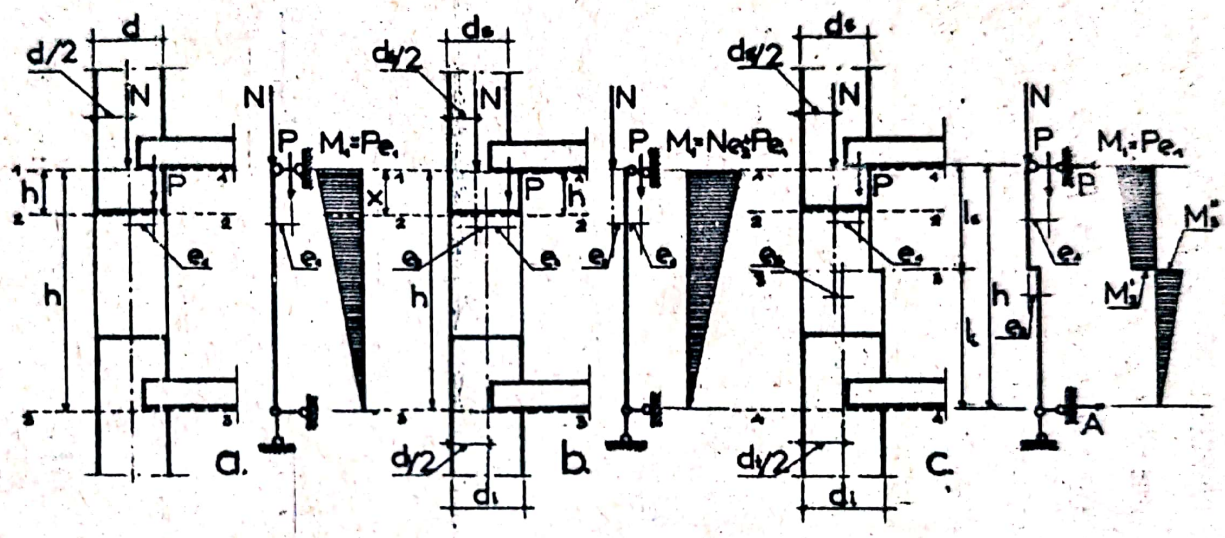


Fig.162. Schema de calcul static al peretelui ca grindă independentă pe înălţimea unui etaj.

a) perete de grosime constantă
b) perete de grosime variabilă în dreptul planşeelor
c) perete de grosime variabilă pe înălţimea etajului

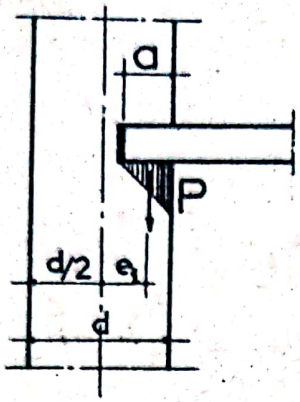


Fig.163. Calculul excentricităţii sarcinilor din planşeu

Forţa totală longitudinală ce apare în secţiunea 1-1 (fig.162) are expresia:

$$P = N + P \qquad (12)$$

în care:

$$N = N_g + \frac{\alpha}{100} \cdot N_u + N_z \qquad (13)$$

şi

$$P = P_g + P_u \qquad (14)$$

- N, forţa axială din încărcările date de etajele superioare, în kg;

- P, forţa din încărcarea planşeului, corespunzător etajului de calcul, în kg;

- N_g, forţa datorită sarcinilor permanente de la etajele superioare, provenite din greutatea proprie a zidurilor, acoperişului şi planşeelor, în kg;

- N_u, forţa din sarcina utilă de la planşeele etajelor superioare, în kg;

- $\alpha/100$, procent de reducere a sarcinilor utile la clădirile cu mai multe nivele, considerînd că nu toate planşeele pot fi încărcate complet simultan. " α " se ia 85 pentru etajele 3 şi 4, $\alpha = 75$ pentru etajele 5 şi 6 , $\alpha = 70$ pentru celelalte etaje superioare şi $\alpha = 100$ pentru parter, etaj I şi etaj II;

- P_g, forţa din greutatea proprie a planşeului se reazemă pe peretele de calcul, în kg;

- P_u, forţa din încărcarea utilă ce provine de la acelaşi planşeu, în kg;

- N_z, forţa provenind din încărcarea cu zăpadă, în kg.

Pentru o secţiune 2-2, valoarea forţei longitudinale creşte cu greutatea P_p a peretelui între secţiunile 1-1 şi 2-2

$$R_{2-2} = N + P + P_p \qquad (15)$$

Momentele încovoietoare în secţiunile 1-1 şi 2-2, datorită aplicării excentrice a forţelor P sînt (fig.162 a);

$$M_{1-1} = P.e_1 \qquad (15)$$

$$M_{2-2} = P.e_1 . \frac{h-h_2}{h} \qquad (16)$$

Intr-o secţiune la distanţa "x" faţă de planşeul etajului de calcul, rezultă:

$$M_x = P.e_1 . \frac{h - x}{h} \qquad (17)$$

In cazul variaţiei grosimii peretelui (fig.162 b), la nivelul planşeului, momentele în secţiunile 1-1, 2-2 şi x-x sînt:

$$M_{1-1} = P.e_1 - N.e_2 \qquad (18)$$

în care:

$$e_2 = \frac{d_i - d_s}{2}$$

$$M_{2-2} = (P.e_1 - N.e_2) . \frac{h - h_2}{h} \qquad (19)$$

$$M_{x-x} = (P.e_1 - N.e_2) . \frac{h - x}{h} \qquad (20)$$

In cazul variaţiei grosimii peretelui pe înălţimea etajului de calcul, momentul încovoietor în secţiunea din planul de rezemare al planşeului este:

$$M_{1-1} = P.e_1 \qquad (21)$$

Pentru calculul momentului încovoietor într-o secţiune oarecare de pe porţiunea superioară a peretelui de grosime mai mică se calculează reacţiunea din reazemul superior B, cu ajutorul relaţiei:

$- P.(e_1-e_2) = - N.e_2 + B.h$ (ecuaţia de momente faţă de A). (22)

$$B = \frac{1}{h}. \left[- P.(e_1-e_2) + N.e_2 \right] \quad (23)$$

Momentul încovoietor în secţiunea 3-3 rezultă:

$$M'_{3-3} = \frac{s}{h} \left[- P(e_1 - e_2) + Ne_2 \right] - Pe_1 \quad (24)$$

$$M''_{3-3} = M'_{3-3} + N.e_2 \quad (25)$$

Pereţii interiori, transversali sau longitudinali se consideră în general solicitaţi la compresiune centrică.

15.5. Solicitări din acţiunea vîntului

Se disting următoarele două cazuri:

- solicitări din acţiunea directă a vîntului asupra peretelui exterior în ipoteza considerării efectului de grindă continuă (fig.164), dar calculat simplificat ca pentru o grindă simplu rezemată pe înălţimea "h" a unui etaj şi redus cu 33% conform expresiei:

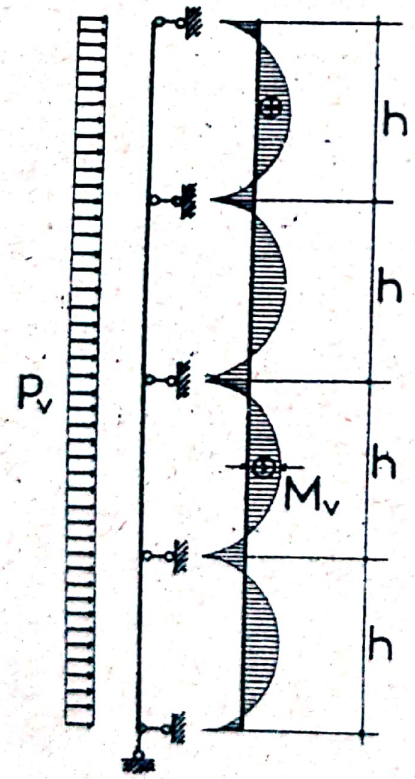


Fig.164. Schema de calcul la acţiunea directă a vîntului

$$M_v = \pm\frac{2}{3}. \frac{p_v . h^2}{12} \quad (26)$$

în care:

- p_v, încărcarea din vînt, calculată cu relaţia $p_v = K.b.p$, iar K coeficient aerodinamic;

- b, lăţimea de calcul a pereţilor;

- p, intensitatea presiunii de bază a vîntului.

Limita raportului $\beta = H/d$, pentru care nu e necesară verificarea secţiunii zidurilor la momente încovoietoare din acţiunea directă a vîntului, rezultă din tabelul 9.

Tabelul 9

Nr. crt.	Intensitatea presiunii vîntului P_v (kg/m^2)	β=H/d, pentru slăbiri datorită golurilor în pereţii exteriori egale cu:			
		0,7	0,5	0,3	0
1.	25	15	20	24	28
2.	40	12	16	19	22
3.	70	9	12	14	17
4.	108	8	10	12	14

15.6. Acţiunea indirectă a vîntului se ia în considerare în calcul la clădirile cu înălţimea mai mare de 24,00 m şi de lăţime mică. Se consideră în acest caz ipoteza după care clădirea lucrează la acţiunea vîntului ca o grindă în consolă încastrată la nivelul fundaţiei, de secţiune dublu T, alcătuită de pereţii longitudinali ce conlucrează cu pereţii transversali.

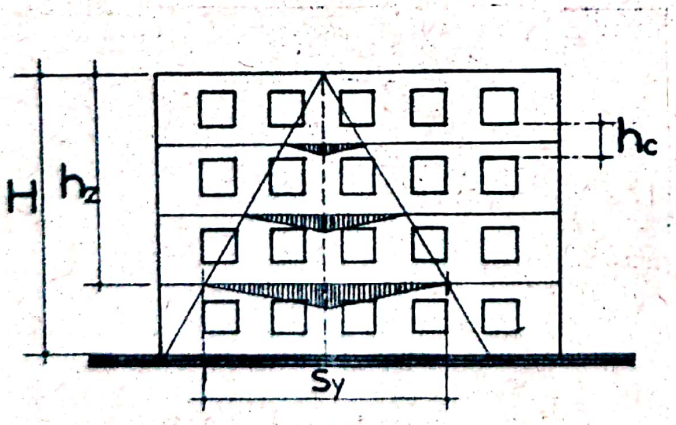


Fig.165. Lungimea de conlucrare a pereţilor longitudinali cu pereţii transversali.

Lungimea de calcul a peretelui longitudinal ce conlucrează cu peretele transversal la preluarea solicitărilor din acţiunea indirectă a vîntului se ia (fig.165):

- pentru pereţi fără goluri:

$$s_y = 0,8\ h_z$$

- pentru pereţi cu goluri:

$$s_y = \sum h_c \sqrt{\frac{A_{br}}{A_{net}}}$$

în care:

- h_z, distanţa de la partea superioară a peretelui la nivelul secţiunii de caloul, în m;

- $\sum h_c$, suma înălţimilor fîşiilor orizontale dintre golurile ferestrelor pînă la nivelul secţiunii de calcul, în m;

- A_{br} şi A_{net}, suprafaţa brută şi respectiv netă a secţiunii orizontale a peretelui exterior pe lungimea s_y, în m^2.

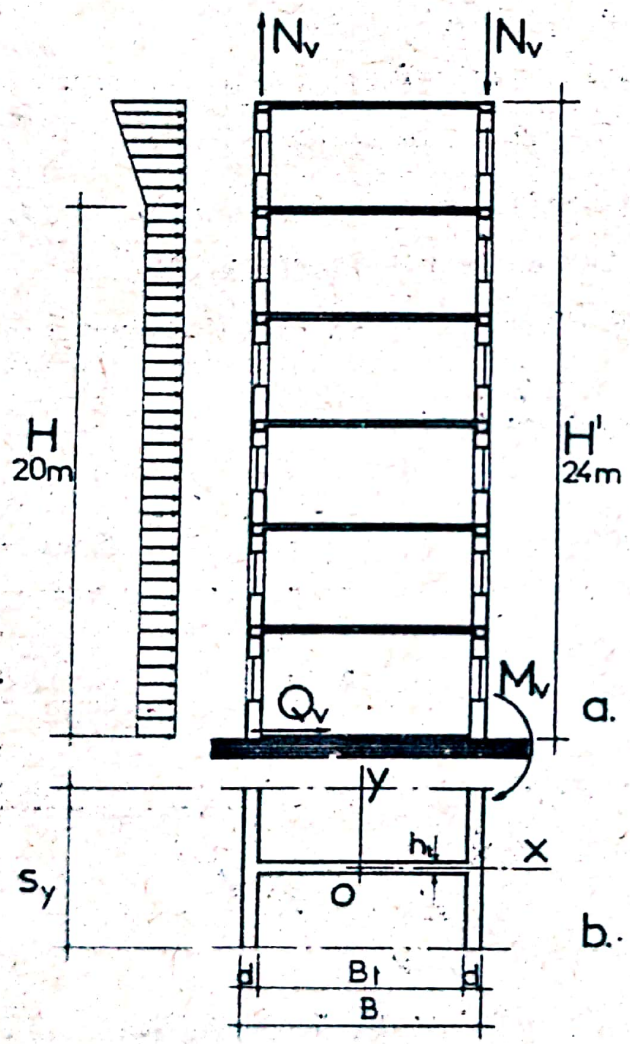


Fig.166. Schema de calcul static al pereţilor exteriori la acţiunea indirectă a vîntului a) secţia verticală b) secţia orizontală

In cazul pereţilor transversali fără goluri, efortul total longitudinal din vînt ce acţionează asupra pereţilor longitudinali exteriori, în ipoteza neglijării eforturilor din încovoiere preluate de inima secţiunii dublu T (fig.166), rezultă:

$$N_v = \pm \frac{M_v}{B} \qquad (29)$$

în care:

- M_v, momentul din vînt la baza clădirii, în kgm;
- B, lăţimea clădirii, în metri.

Forţa normală N de compresiune din secţiunea de calcul a peretelui, opus acţiunii directe a vîntului, se cumulează cu eforturile din compresiunea datorită sarcinilor verticale(permanente şi utile).

Forţa normală N_v de întindere, ce apare în peretele supus acţiunii directe a vîntului, se echilibrează cu eforturile verticale din sarcinile permanente şi utile.

In cazul structurilor cu goluri, fîşiile orizontale de zidărie dintre goluri (fig.167) se calculează în ipoteza unor console, avînd deschiderea egală cu lăţimea golurilor şi supuse la forţe tăietoare Q_v şi la momente încovoietoare M_v.

Valoarea forţelor de lunecare T_v se poate determina cu relaţia:

$$T_v = \frac{Q_v S_y h_o}{I} \qquad (30)$$

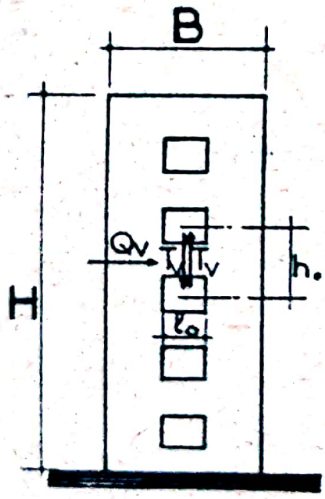


Fig.167. Calculul pereţilor transversali cu goluri

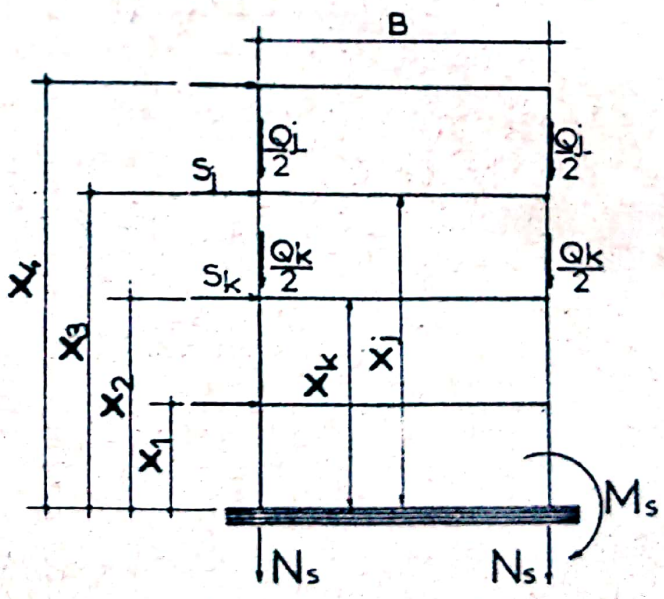


Fig.168. Elementele de calcul ale forţelor seismice

- h_o, distanţa dintre centrele golurilor consecutive.

Valoarea momentului încovoietor care acţionează buiandrugul se calculează cu relaţia:

$$M = \frac{T_v \cdot \ell_o}{2} \qquad (31)$$

15.7. Calculul la forţele seismice

La calculul construcţiilor din zidărie la solicitările seismice, forţele orizontale din seismicitate, considerate că acţionează la nivelul fiecărui etaj, în centrele de aplicare a forţelor masice se calculează cu relaţia:

$$S_k = K_s \cdot \eta_k \cdot \beta \cdot Q_k \qquad (32)$$

în care:

- S_k, forţa seismică la etajul considerat, în punctul unde acţionează rezultanta forţelor verticale;

- K_s, coeficient seismic, care caracterizează intensitatea cutremurului şi este definit de gradul de seismicitate al regiunii, conform datelor din tabelul 10.

Tabelul 10

Valorile coeficientului K_s

Seismicitatea de calcul în grade	7	8	9
Valoarea coeficientului seismic, K_s	0,025	0,05	0,1

- η_k, coeficient care depinde de forma deformaţiilor construcţiei în timpul oscilaţiilor sale libere şi de punctul de aplicaţie a sarcinii Q_k pe construcţie, calculat cu expresia:

$$\eta_k = \frac{X(x_k) \cdot \sum_1^n Q_j \cdot X(x_j)}{\sum_1^n Q_j \cdot X^2(x_j)} \qquad (33)$$

unde $X(x_k)$ şi $X^2(x_j)$ sînt deplasările pe schema de calcul adoptată pentru construcţie în timpul oscilaţiilor sale libere, res-

pectiv în punctul k considerat şi în toate punctele j, adică în punctele care corespund centrelor de aplicaţie ale maselor pe sistemul dat.

La construcţii cu schemă constructivă complicată, se poate folosi expresia simplificată:

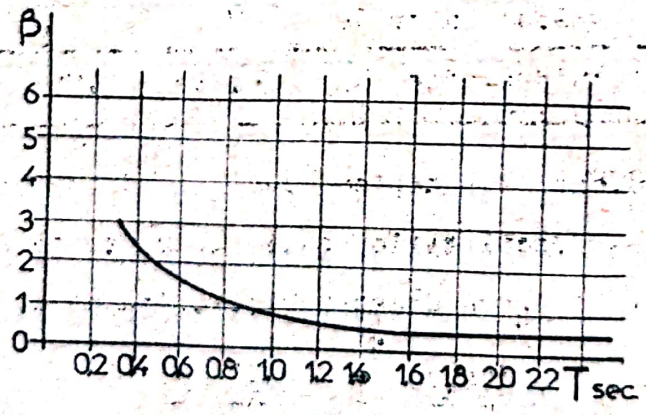
$$\eta_k = \frac{x_k \cdot \sum_1^n Q_j \cdot x_j}{\sum_1^n Q_j \cdot x^2} \qquad (33)$$

unde x_j şi x_k sînt respectiv distanţele de la terenul de fundaţie pînă la punctul j şi k pe înălţimea clădirii.

- β , coeficient dinamic (< 3 şi $> 0,6$), care depinde de perioada oscilaţiilor proprii ale construcţiei şi se determină din diagrama din fig.169 sau cu relaţia:

$$\beta = \frac{0,9}{T} \qquad (34)$$

La construcţii din zidărie, avînd în vedere natura deformaţiilor în timpul oscilaţiilor proprii ca la o consolă la lunecare , $T = 0,3...0,4$.



Valorile produsului coeficienţilor $\beta.\eta_k$ sînt prezentate în tabelul 11.

Fig.169. Valorile coeficientului funcţie de T.

Tabelul 11

Valorile produsului $\beta.\eta_k$

Nr. crt.	Nivelul	Numărul de nivele ale clădirii				
		1 nivel	2 nivele	3 nivele	4 nivele	5 niv.
1.	I	3,8	2,7	1,9	1,3	1,0
2.	II	-	3,8	3,3	2,4	1,8
3.	III	-	-	3,8	3,2	3,5
4.	IV	-	-	-	4,0	2,9
5.	V	-	-	-	-	3,0

La construcţii flexibile, $\beta = \frac{1,5}{T_n}$ (35)

Perioada oscilaţiilor proprii la o construcţie flexibilă se calculează cu relaţia:

$$T_n = \frac{2\pi}{\sqrt{\lambda_n}} \cdot \frac{\ell^2}{r_o} \cdot \sqrt{\frac{\varsigma}{E.g}} \qquad (36)$$

unde:

- ℓ, înălţimea coşului;
- r_o, raza de giraţie la baza coşului;
- ς, greutatea specifică aparentă a materialului coşului;
- E, modulul de elasticitate al materialului coşului;
- g, acceleraţia gravitaţiei;
- $\sqrt{\lambda_n}$, parametru care se determină funcţie de frecvenţa oscilaţiilor proprii cu ajutorul diagramelor;
- Q_k, greutatea elementelor clădirii sau a construcţiei, sarcina utilă a planşeelor, greutatea proprie a podurilor rulante, sarcina din zăpadă etc. şi reprezintă sarcina care generează forţa de inerţie.

Valoarea lui Q_k, necesară pentru calculul forţei seismice, se determină pe baza sarcinilor normate, fără a se ţine seama de coeficientul de supraîncărcare în cazul greutăţii proprii a

construcţiei şi introducînd coeficientul 0,8 la sarcinile utile. La depozite şi solozuri, sarcinile utile se iau în întregime. Cu aceste elemente se calculează forţele axiale N_s din seismicitate.

Calculul simplificat al forţei longitudinale verticale din seismicitate, neglijînd eforturile preluate de inima secţiunii dublu T şi deci în ipoteza preluării momentului numai de pereţii longitudinali, se face cu relaţia:

$$N_s = \pm \frac{M_s}{B} \qquad (37)$$

în care M_s reprezintă momentul încovoietor la baza construcţiei, din forţele S_k.

15.8. Verificarea secţiunilor

La verificarea secţiunilor pereţilor exteriori se iau în considerare solicitările exterioare (momente încovoietoare, forţe axiale) din sarcini verticale şi orizontale şi poziţia secţiunilor celor mai solicitate sau slăbite (fig.170) şi anume:

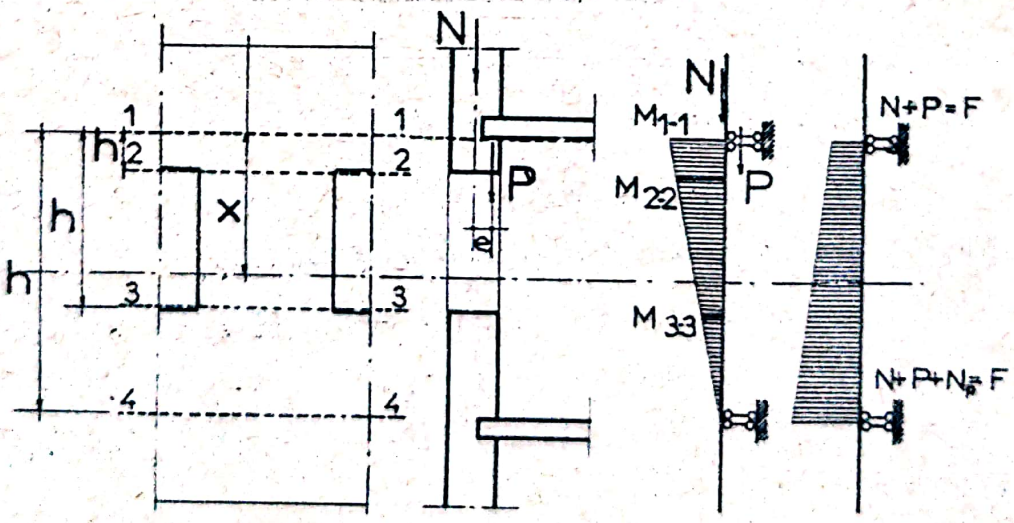


Fig.170. Secţiunile de calcul

1-1, în care momentul încovoietor este maxim;

2-2, 3-3, în care slăbirea este maximă;

4-4, în care forţa axială este maximă.

Luînd în considerare acţiunea momentelor încovoietoare şi a forţelor axiale, rezultă solicitarea de compresiune excentrică, a cărei excentricitate se poate calcula cu expresia:

$$e_x = \frac{M_x}{F_x} \qquad (38)$$

în care:

- M_x, momentul în secţiunea de calcul, determinat cu expresia:

$$M_x = \frac{h-x}{h} \cdot (P \cdot e_1 - N \cdot e_2 \pm N_v \cdot e_2 \pm N_s \cdot e_2) + \frac{2}{3} \cdot \frac{P_v \, h^2}{12} \qquad (39)$$

şi

$$F_x = N + P + N_x + N_v + N_s = N_g + \frac{\alpha}{100} \cdot N_u + N_z + P + N_x + N_v + N_s \qquad (40)$$

în care:

N_x, greutatea proprie a peretelui la etajul de calcul pînă în secţiunea x.

Verificarea unei secţiuni după metoda la rupere se va face cu relaţia:

$$F_r = k.F = \frac{A.R.\varphi}{1+\frac{2e_x}{d}}, \text{ din care sarcina admisibilă:}$$

$$F \geqslant F_x \qquad (41)$$

Pereţii transversali se verifică la forţa tăietoare din vînt sau seismicitate, determinată cu expresia:

$$Q_v = 2.(p_v + p'_v).h_z.s_y \qquad (42)$$

în care:

- p_v şi p'_v, presiunile activă şi pasivă a vîntului pe 1 mp de perete;

- h_z, înălţimea de la partea superioară a clădirii la ni-

velul secţiunii de calcul.

Capacitatea portantă a peretelui transversal, care reprezintă inima secţiunii dublu T considerată, se apreciază suficientă din punct de vedere al preluării sarcinii din vînt, dacă:

$$k.Q_v \leq \frac{2}{3}. B.h_t. (R_f + f.\sigma_o) \qquad (43)$$

în care:

- σ_o, efortul normal la peretele transversal din greutatea proprie şi sarcini utile, luînd în considerare coeficientul de simultaneitate $\frac{\alpha}{100}$ şi fără încărcarea din zăpadă;

- f, coeficient de frecare în rosturile zidăriei;

- R_f, rezistenţa zidăriei la forfecare.

Zidurile pline se verifică la eforturile unitare principale de întindere produse de forţele orizontale seismice $\sum S_{k_n}$, cu relaţia:

$$S_r = c. \sum S_{k_n} = \frac{R_{al}.A}{\mu}. 1,4 \qquad (44)$$

unde c este coeficientul de siguranţă la eforturi unitare principale de întindere, iar R_{al} este dată de expresia:

$$R_{al} = \sqrt{R_{pr}.(R_{pr} + \sigma_o)} \qquad (45)$$

în care:

- R_{al}, rezistenţa de rupere la lunecare a zidăriei comprimate;

- R_{pr}, rezistenţa de rupere la eforturi unitare principale de întindere;

- $\sigma_o = N/A$ efortul unitar normal;

- 1,4, coeficient prin care se ţine seama de durata de acţiune scurtă a sarcinii;

- μ, coeficient egal cu $\frac{S_o\ b}{J}$ prin care se ia în

considerare neuniformitatea distribuţiei eforturilor unitare tangenţiale în secţiune, în care S_o moment static a secţiunii care se află de o parte a axei şi trece prin centrul de greutate al secţiunii şi I, momentul de inerţie a întregii secţiuni.

Valorile lui μ ce se iau în calcul sînt:

- pentru secţiunile dublu T, $\mu = 0{,}15$;
- pentru secţiunile în T.... $\mu = 1{,}35$;
- pentru secţiunile dreptunghiulare $\mu = 1{,}5$.

15.9. Calculul pereţilor de subsol

Pereţii de subsol se calculează la compresiune excentrică, în ipoteza unor grinzi verticale pe două reazeme fixe, dispuse la nivelul planşeului de peste subsol şi la nivelul tîlpii fundaţiei. Reazemul inferior poate fi considerat articulat datorită elasticităţii rezemării fundaţiei pe teren. La pardoseli rigide reazemul inferior se consideră la nivelul părţii superioare a tălpii fundaţiei. Pereţii de subsol sînt solicitaţi la

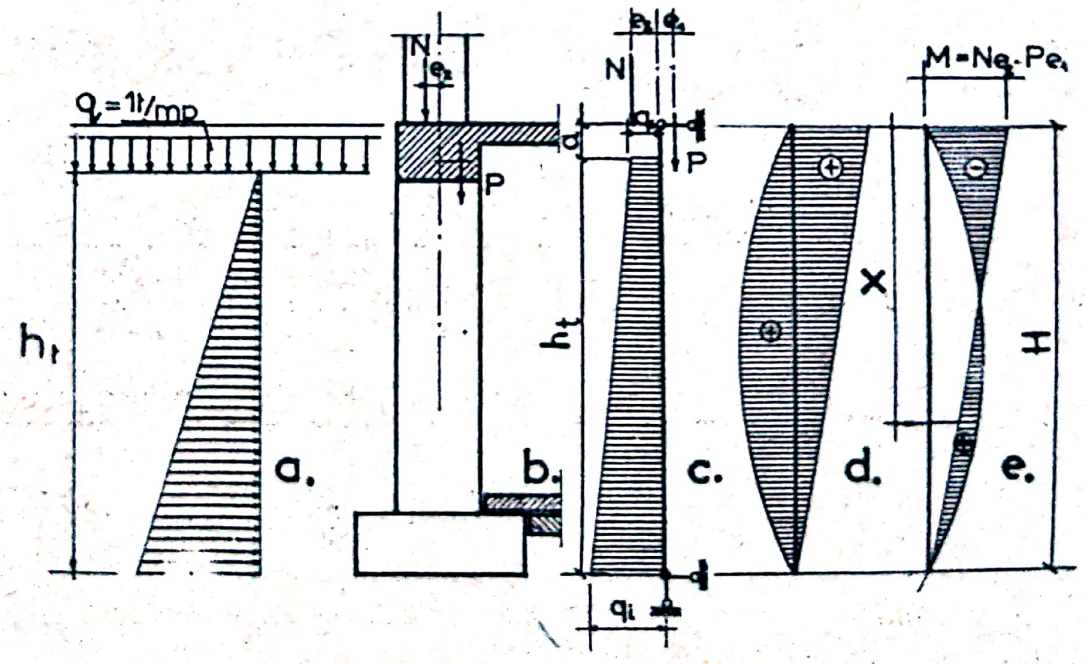


Fig.171. Schema de calcul al pereţilor de subsol

forţe longitudinale axiale şi excentrice din încărcările verticale şi de forţe transversale din împingerea pământului şi a eventualelor supraîncărcări ale terenului (fig.171).

Momentul încovoietor la nivelul planşeului peste subsol se calculează cu expresia:

$$M = N.e_2 - P.e_1 \qquad (46)$$

Forţele transversale, în cazul terenului cu suprasarcină, se stabilesc în ipoteza simplificatoare a zidului de sprijin.

Valorile "q_s" şi "q_i" ale diagramei de presiuni transversale se calculează cu relaţiile:

$$q_s = q.\ tg^2(45^o - \frac{\varphi}{2}) \qquad (47)$$

$$q_i = (\varrho.h_t + q).tg^2(45^o - \frac{\varphi}{2}) \qquad (48)$$

în care.

- q, suprasarcina terenului, care dacă nu există condiţii speciale do încărcare se ia q = 1 t/m^2;

- ϱ şi φ , greutatea specifică aparentă, respectiv unghiul de frecare internă a terenului, ale căror valori sînt prezentate în tabelul 12.

Tabelul 12

Valorile unghiului φ de frecare internă a pământului

Nr. crt.	Natura terenului	Greutatea specifică aparentă ϱ ,în t/m^3	Unghiul de frecare internă φ în grade
1	2	3	4
1.	Nisip umed	1,80	40
2.	Nisip ud	2,0	25
3.	Nisip uscat	1,60	35
4.	Argilă umedă	1,80	45
5.	Argilă udă	2,0	25
6.	Argilă uscată	1,60	40
7.	Pietriş ud	1,25	25

(continuare tabelul 12)

1	2	3	4.
8.	Pietriş uscat	1,80-1,85	35-40
9.	Pămînt vegetal saturat cu apă	1,80-2,0	27-25
10.	Pămînt vegetal cu umiditate naturală	1,60	45
11.	Pămînt vegetal uscat	1,40	35-40

Momentul încovoietor maxim dat de forţele longitudinale şi transversale au expresia:

$$M_{max} = \frac{h_t^2}{2H}.(q_s+\frac{q_i}{3}).x - \frac{(x-a)^2}{2}.q_s - \frac{(x-a)^3}{6}.\frac{q_i}{h_t}+(N.e_2-N.e_1).\frac{H-x}{H} \quad (49)$$

în care x este distanţa de la nivelul planşeului la secţiunea de moment maxim, calculabilă cu expresia:

$$x=(s-\frac{q_s}{q_i}.h_t)+\sqrt{(a-\frac{q_s}{q_i}.h_t)^2+2a.h_t.\frac{q_s}{q_i}.a^2+\frac{h_t}{H}(\frac{q_s}{q_i}+\frac{1}{3})-(\frac{N.e_2-P.e_1}{H}).\frac{h_t}{q_i}} \quad (50)$$

Dacă nivelul terenului coincide cu nivelul de rezemare al planşeului de peste subsol, expresiile momentului încovoietor maxim şi al distanţei "x" de la planşeu, la secţiunea de moment maxim, sînt:

$$M_{max} = \frac{q_s.x}{2}.(H-x) + \frac{(q_i-q_s)}{6.H}.(H^2-x^2)-(P.e_1-N.e_2).\frac{H-x}{H} \quad (51)$$

şi:

$$x = \frac{q_s.H}{q_i-q_s}+\sqrt{(\frac{q_s.H}{q_i-q_s})^2+H^2.(\frac{q_s}{q_i-q_s}-\frac{1}{3})+\frac{2.(P.e_1-N.e_2)}{q_i-q_s}} \quad (52)$$

în care H este înălţimea de la nivelul de rezemare al planşeului, respectiv nivelul terenului natural, la nivelul tălpii fundaţiei.

Secţiunile de calcul ale pereţilor exteriori sînt: la nivelul de rezemare al planşeului, la nivelul buiandrugului şi de moment maxim.

15.10. Calculul static şi de rezistenţă al structurilor din panouri mari

15.10.1. Calculul static şi de rezistenţă

Rigiditatea şi stabilitatea clădirilor din elemente de panouri de grosime mică se poate obţine numai prin conlucrarea spaţială a elementelor componente, spre deosebire de construcţiile cu pereţi masivi, la care elementele independente au stabilitate proprie. In această direcţie s-au efectuat studii şi cercetări care au arătat complexitatea acestei probleme. Incercări efectuate pe panouri subţiri din beton armat au condus la rezultatele expuse mai jos.

- Ruperea la lunecare a pereţilor cu raportul rigidităţii, $\frac{d}{h}=\frac{1}{46}...\frac{1}{64}$ se produce datorită eforturilor principale de întindere.

Săgeata laterală (voalarea), la o sarcină de 70% din sarcina de rupere, este de 1,5...2 mm sau (1/280...1/960).h.

- Efortul unitar de rupere la lunecare, pentru beton B 300, variază între 31 şi 33 kg/cm^2 sau(0,14...0,15).R_{pr}.

- Rigiditatea panoului este funcţie de raportul dintre suprafaţa panoului şi a golurilor; la 1/10, influenţa golului asupra rigidităţii panoului este minimă, iar la 0,8 rigiditatea panoului este egală cu rigiditatea unui cadru de aceeaşi deschidere.

- Calculul elementelor cu goluri trebuie efectuat ţinînd seama de influenţa forţelor tăietoare.

In cazul folosirii metodelor simplificate de calcul anti-

seismic, într-o primă ipoteză, panourile pereţilor longitudinali se consideră grinzi independente, pe înălţimea unui etaj sau pe toată înălţimea clădirii. Planşeele îmbinate la colţuri prin sudură se consideră un sistem plan de şaibe cu articulaţii. Diafragmele transversale reprezintă un sistem de şaibe cu articulaţii în care se repartizează eforturile primite prin intermediul îmbinărilor. Repartiţia eforturilor din încovoiere se consideră liniară pe lăţimea diafragmei, iar distribuţia eforturilor transversale are loc după o parabolă patratică.

Calculul clădirilor din panouri mari implică:

- Stabilirea sarcinilor verticale din încărcările proprii şi utile, precum şi a celor seismice orizontale, ceea ce se face identic ca pentru o clădire similară monolită.

- Stabilirea eforturilor şi deformaţiilor rezultate din elementele structurii şi în îmbinări, sub acţiunea sarcinilor verticale şi orizontale.

- Rezultanta sarcinilor verticale de exploatare de la nivelele superioare se consideră aplicată centric în axa peretelui despărţitor. Sarcinile produse de planşeu la nivelul respectiv se consideră aplicate cu excentricitatea minimă, 1/200.h, "h" fiind înălţimea panoului sau se ia în considerare repartiţia triunghiulară a încărcărilor din planşeu la nivelul de rezemare pe pereţi.

Luînd în considerare şi sarcinile orizontale, se verifică eforturile din diafragmele verticale de rigidizare:

a. Eforturile unitare normale, cu relaţia:

$$\sigma = \frac{N}{A_h} \pm \frac{M.y}{I_h} \qquad (53)$$

în care:

- N, forţa normală, în kg;

- A_h, secțiunea netă, în cm^2;

- M, momentul încovoietor al forțelor exterioare față de centrul de greutate al secțiunii, în kg cm ;

- I_h, momentul de inerție al secțiunii nete, în cm^4;

- y, distanța de la centrul de greutate la punctul considerat al diafragmei, în cm.

Trebuie îndeplinită inegalitatea:

$$\sigma \leq \frac{R_i}{c_i} \qquad (54)$$

în care:

- R_i, rezistența la întindere a betonului, în kg/cm^2;

- c_i, coeficientul de siguranță la întindere.

b. Eforturile de forfecare în diafragma verticală, cu relația:

$$\tau = \frac{Q.S}{I.b} \qquad (55)$$

în care:

- Q, forța tăietoare, în kg/cm^2;

- S, momentul static al secțiunii transversale, în cm^3;

- I, momentul de inerție al secțiunii transversale, în cm^4;

- b, grosimea peretelui, în cm.

c. Eforturile principale în diafragma de rigidizare, provenite din sarcinile verticale și orizontale, cu relația:

$$\sigma_{pr} = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2} \qquad (56)$$

în care σ și τ se determină cu relațiile (53) și (54).

Pentru panourile cu armare mai mică de 0,2%, σ_{pr} trebuie să îndeplinească inegalitatea:

$$\sigma_{pr} \leq \frac{R_i}{c_i} \qquad (57)$$

- Săgeata diafragmei de rigidizare, considerată ca grindă verticală în consolă, cu relaţia:

$$f = \frac{q.H^4}{8.E_b.I_h} \qquad (58)$$

în care:

- q, sarcina orizontală în kg/cm, acţionînd asupra diafragmei;
- H, înălţimea totală a clădirii, în cm;
- E, modulul de elasticitate al betonului, în kg/cm^2.

Calculul mai exact al pereţilor presupune luarea în considerare a ipotezei grinzilor pereţi, cu sau fără goluri, supuse la sarcini verticale şi orizontale, ţinîndu-se seama de deformabilitatea lor, problemă ce este tratată în special pentru încărcările seismice în cursurile de dinamică şi inginerie antiseismică.

15.11. Caracteristicile higrotermice ale pereţilor

Comportarea higrotermică a pereţilor depinde de caracteristicile fizice ale materialelor folosite şi de modul de alcătuire a structurilor. Pereţii omogeni prezintă în general o comportare bună din punct de vedere a rezistenţei termice, a permeabilităţii la vapori de apă şi aer, dacă materialele folosite au densitatea aparentă cuprinsă între 1200 şi 1800 kg/m^3, iar condiţiile de microclimat sînt în limite obişnuite, t_i=18°.. 22° (18° în camere de zi, 22° în băi şi 22° la confort superior şi U_i = 50%...60%). In condiţii de umiditate mai mare este necesară protecţia interioară cu bariere de vapori.

La structuri neomogene de pereţi, în mai multe straturi, din materiale cu densităţi aparente variate, de la ϱ = 30 kg/m^3 în cazul polistirenului expandat, la ϱ = 2400 kg/m^3, în ca-

zul betonului vibrat, folosit la panouri mari şi structuri monolite, trebuie avute în vedere anumite principii relativ la comportarea higrotermică care condiţionează exploatarea normală a clădirilor. Aceste principii se referă la rezistenţa termică minimă, comportarea structurilor în zona punţilor şi la colţuri, permeabilitatea la vapori de apă, aerisirea naturală şi caracteristicile de amortizare şi defazaj a oscilaţiilor termice.

15.11.1. Rezistenţa minimă necesară

La determinarea rezistenţei termice minime a pereţilor se are în vedere inegalitatea:

$$R_{onec} \leq R_{ef} \qquad (59)$$

în care: R_{onec}, rezistenţa termică necesară şi R_{ef}, rezistenţa termică efectivă, în $m^2\ ^oC/W$.

$$R_{onec} = \frac{(t_i - t_e).m.n.b}{\alpha_i \cdot \Delta\vartheta_i} \qquad (60)$$

iar:

- m, coeficient de corecţie în funcţie de masivitatea peretelui, conform datelor din cursul Higrotermica şi Acustica clădirilor sau STAS E 6472-68;

- n, coeficient de corecţie, în funcţie de poziţia elementului de construcţii, avînd valoarea 1 în cazul pereţilor;

- b, coeficient de corecţie, în funcţie de natura materialului termoizolant, luînd în considerare creşterea conductivităţii datorită tasării.

Valorile coeficientului "b" se vor lua:

b = 1,2 pentru elemente exterioare, izolate termic cu materiale supuse îndesării, deformării şi tasării, cum sînt vata minerală, polistiren expandat etc.;

b = 1,1 pentru elemente exterioare izolate cu mate-

riale având ρ = 400 kg/m^3;

b = 1 pentru alte elemente de construcţii.

Pentru clădiri de locuit, spitale, grădiniţe de copii, oraşe, considerînd t_i = + 20°C şi $\Delta\tau_i$ = 6°C, anexa II, capitolul Higrotermica R_{onec}, în funcţie de t_e (pentru zonele climatice din R.S.România I-a, II-a, III-a) rezultă conform datelor din tabelul 13.

Tabelul 13

Zona climatică	Temperatura exterioară de calcul °C	Rezistenţa termică necesară în m^2 °C/W
I-a	- 12	0,65
II-a	- 15	0,71
III-a	- 18	0,77

Pentru clădiri publice, teatre, cinematografe, şcoli, cluburi, anexe social-culturale, pentru t_i = + 18°C şi $\Delta\tau_i$ = = 7°C.

R_{onec}, rezultă, conform valorilor din tabelul nr.14

Tabelul 14

Rezistenţa termică minimă necesară R_{onec} la clădiri publice

Zona climatică	Temperatura anterioară de calcul °C	Rezistenţa termică necesară m^2 °C/ W
I-a	- 12	o,52
II-a	- 15	o,59
III-a	- 18	o,63

La structuri de pereţi omogeni cu tencuială şi la pereţi în mai multe straturi, perpendiculare pe direcţia fluxului

termic, rezistenţa termică efectivă R_{ef}, se calculează cu expresia:

$$R_{ef} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{k=1}^{n} \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e} \qquad (61)$$

La pereţi din zidării de cărămidă cu găuri este necesar să se cunoască conductivitatea termică echivalentă (λ_{ech}) a materialului de bază. Pentru blocuri şi cărămizi ceramice cu λ_c = 0,81 Kcal/m.h ^oC se poate determina λ_{ech}... în funcţie de forma, dimensiunile şi procentul volumului de găuri, pe baza modelării analogice electrice, folosindu-se relaţia:

$$\lambda_{ech} = 0,75 - 0,82.p \qquad (62)$$

în care:

- p, procentul volumului de găuri verticale, cuprins între 0,15 şi 0,40.

La pereţi din zidărie de blocuri mici cu găuri, comportarea termică este funcţie şi de orientarea găurilor. Astfel la pereţi din blocuri cu găuri orientate vertical , rezistenţa termică şi rezistenţa la compresiune sînt maxime (fig.172 a), avînd în vedere dispoziţia în perete a materialelor. Rezistenţa mecanică a blocurilor cu găuri orientate orizontal este minimă, iar pierderile de căldură sînt mai mari datorită transmisiei

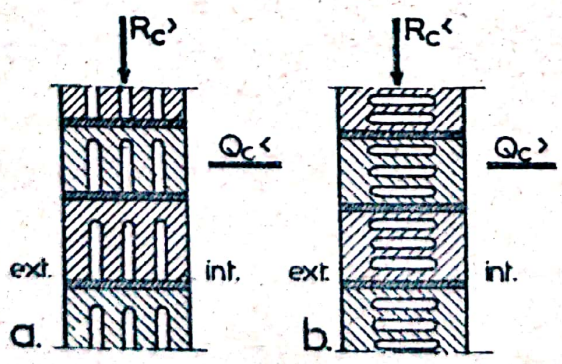


Fig.172
Rezistenţa la compresiune şi rezistenţa termică la pereţi din blocuri cu găuri: a)găuri verticale; b) găuri orizontale

căldurii prin convecţie orizontală a aerului din găuri (fig. 172 b).

In funcţie de caracteristicile găurilor, pentru "p" cuprins între 15% şi 30%, se poate obţine o creştere a eficienţei termice a cărămizilor şi blocurilor ceramice cu 23% pînă la 112%.

Pentru calculul rezistenţei termice a pereţilor din zidărie eficientă este necesar să se determine coeficientul mediu de conductivitate termică a zidăriei, ce se poate face cu relaţia:

$$\lambda_{med.zid} = \frac{\lambda_{ech} \cdot V_{bloc} + \lambda_{mor} \cdot V_{mor}}{V_{bloc} + V_{mor}} = K_1 \cdot \lambda_{ech} + K_2 \lambda_{mor} \qquad (63)$$

în care:

- λ_{med} zid, coeficientul de conductivitate termică a zidăriei, în W/m^oC;

- λ_{ech} bloc, coeficientul echivalent de conductivitate termică a cărămizilor şi blocurilor ceramice, în W/m^oC;

- $\lambda_{mor.}$, coeficientul de conductivitate termică a mortarului, în W/m^oC;

- $V_{bloc.}$ volumul de cărămizi sau blocuri, corespunzător la 1 mc de zidărie, exprimat în m^3;

- $V_{mor.}$, volumul de mortar corespunzător la 1 mc de zidărie exprimat în m^3;

- K_1, K_2, coeficienţi care sînt prezentaţi în tabelul 15.

Rezistenţa termică afectivă a peretelui din zidărie eficientă, fără tencuială este:

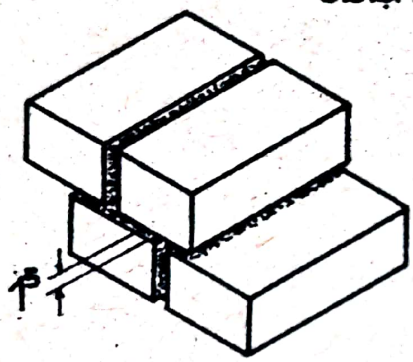
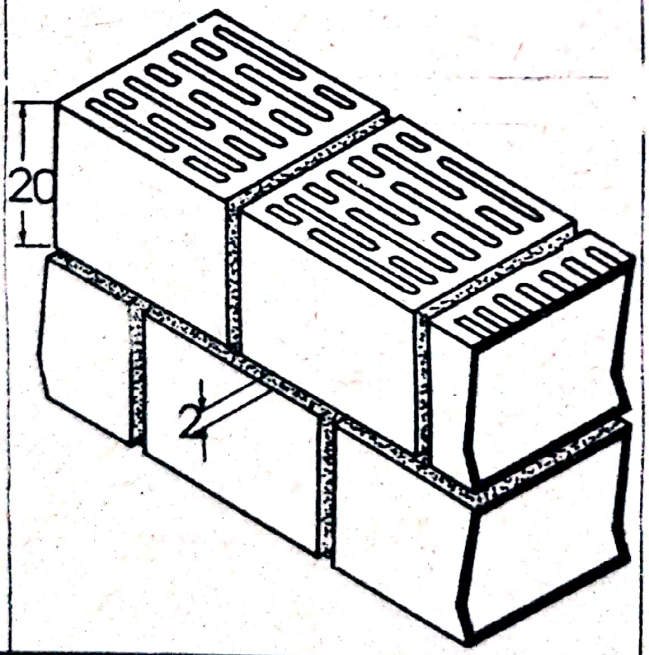
$$R_{ef} = R_i \frac{d}{\lambda_{med \cdot zid}} + R_e \qquad (64)$$

în care:

- d, grosimea peretelui, în cm.

Tabelul 15

Coeficientii K_1 și K_2 de calcul pentru conductivitatea medie a zidăriei de cărămidă si blocuri.

nr. crt.	TIPUL DE CARAMIDA	K_1	K_2
1.	zidărie de cărămidă obișnuită 	0.75	0.25
2	zidărie din blocuri mari 	0.84	0.16

Scanned with OKEN Scanner

15.11.2. Influenţa poziţiei straturilor de izolaţie termică în pereţi, în condiţii de regim termic staţionar

La structuri de pereţi în straturi, fără punţi, poziţia stratului termoizolant depinde în mare măsură de regimul de încălzire al clădirii. La structuri de pereţi în două straturi, fig.173, izolaţia termică dispusă la interior conduce la diferenţe mari de temperatură pe grosimea izolaţiei, $\Delta t_1 = \theta_i - t_1$ şi la diferenţe mici pe grosimea betonului, $\Delta t_2 = t_1 - \theta_e$. Se remarcă deci inegalitatea $\Delta t_1 > t_2$. Stratul de beton dispus la exterior suportă integral efectul variaţiilor de temperatură a aerului şi efectul variaţiei radiaţiei solare. In condiţii de iarnă betonul este supus îngheţului. Incălzirea încăperii se realizează repede, structura de perete cu izolaţie la interior fiind judicioasă deci la încălzire discontinuă. La încetarea funcţionării instalaţiei răcirea încăperii este rapidă.

La peretele cu izolaţie termică dispusă la exterior fig. 173 b, betonul este mai cald şi structura este judicioasă la regim continuu de încălzire. Incălzirea pereţilor se face mai greu avînd în vedere masa mare a stratului portant interior din

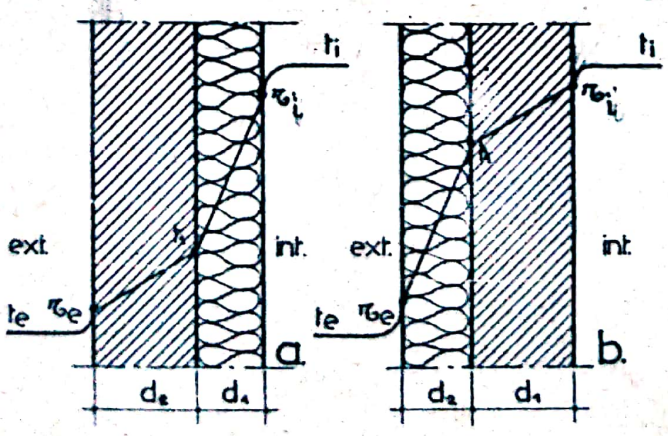


Fig.173

Influenţa poziţiei izolaţiei termice la pereţi în 2 straturi: a) izolaţia la interior; b) izolaţia la exterior

beton. Avînd în vedere protecţia termică exterioară răcirea peretelui se face mai greu. Variaţiile rapide ale temperaturii aerului exterior nu acţionează brusc asupra aerului încăperii. Deformaţiile din variaţiile de temperatură sînt mai reduse.

La structuri de pereţi alcătuite din 3 straturi, în cazul cînd izolaţia termică este dispusă la interior, fig. 174 a, diferenţa de temperatură $\Delta t_1 - t_2$, pe grosimea izolaţiei, este maximă în raport cu căderile de temperatură pe grosimile straturilor de beton. Stratul interior de beton este mai cald iar structura de perete este judicioasă la încălzire discontinuă. In cazul izolaţiei termice cu dispoziţia spre exterior, fig.174 b, diferenţa de temperatură în stratul portant este minimă, fiind determinată de relaţia

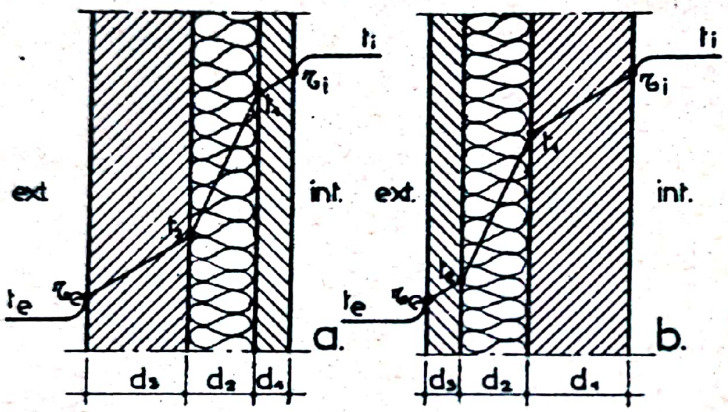


Fig.174. Influenţa poziţiei izolaţiei termice la pereţi în 3 straturi, a) izolaţia spre interior; b) izolaţia spre exterior

$\Delta_t = \tau_i - t_1$, stratul de masă mare este mai cald, iar structura în general este judicioasă la sistemul de încălzire continuu.

Dacă se utilizează structura cu izolaţie termică dublă, fig.175, exterioară şi interioară, se compensează avantajele şi dezavantajele izolaţiei exterioare şi interioare. Pentru a re-

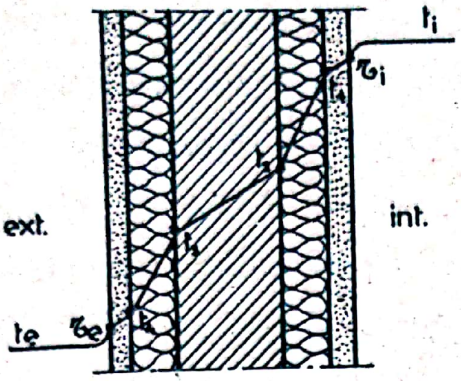


Fig.175. Curba temperaturilor la perete cu izolaţie dublă la interior şi exterior

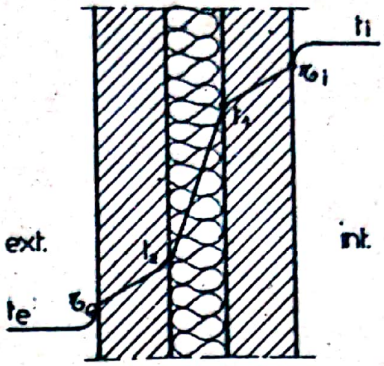


Fig.176. Curba temperaturilor la perete simetric cu izolaţie la mijloc

duce deformaţiile părţii centrale a peretelui din beton, sub efectul variaţiilor de temperatură, coeficientul de izolaţie termică a stratului izolant termic exterior trebuie să corespundă unei valori minimale.

Adoptarea structurii simetrice de beton, cu izolaţie la mijloc, fig.176, conduce la divizarea părţii portante a elementului în 2 părţi separate. Sub acţiunea sarcinilor din planşee şi grinzi, partea interioară este supusă la deformaţii din încovoiere, mai mari faţă de partea exterioară, care va fi supusă la variaţii de temperatură şi la mişcări de mare amplitudine. Izolaţia termică prezintă interes numai deplasată spre exterior astfel ca stratul interior să devină integral portant.

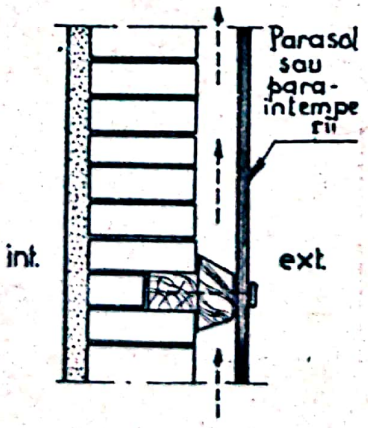


Fig.177. Perete cu strat de aer exterior ventilat

Utilizarea de îmbrăcăminţi exterioare, din piatră artificială sau naturală, ardezie, fibrociment,

oţel, sticlă sau aluminiu, conduce la realizarea unui perete dublu, fig.177, ce implică în mod necesar o ventilaţie eficace a îmbrăcămintii, ventilaţia stratului de aer intermediar asigură totodată uscarea peretelui şi evaporarea umidităţii rezultînd din precipitaţiile atmosferice.

Stratul exterior serveşte ca parasol şi protecţie contra intemperiilor exterioare pentru restul peretelui.

15.11.3. Influenţa poziţiei straturilor de izolaţie termică, în condiţii de regim variabil

Sînt de analizat două soluţii de principiu, cu izolaţie termică la interior şi respectiv la exterior.

In cazul structurii de perete cu izolaţia termică la interior, fig.178, în regim variabil, ca şi în condiţiile încălzirii discontinui, adoptarea unei structuri este influenţată de durata de utilizare a încăperilor pe perioada de 24 ore.

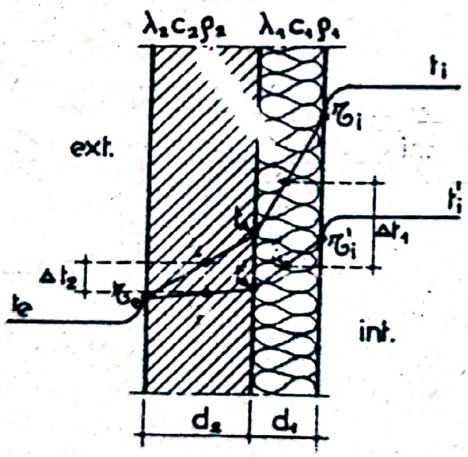


Fig.178. Capacitatea de acumulare termică a peretelui cu stratul termoizolant la interior

La utilizarea de durată mică este indicată structura de perete cu izolantul termic la interior, deoarece capacitatea de acumulare termică a acestui strat este mică şi deci este valabilă inegalitatea:

$$A_1 = \lambda_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1 \cdot d_1 \cdot \Delta t_1 < \lambda_2 \cdot c_2 \cdot \rho_2 \cdot d_2 \cdot \Delta t_2 \quad (65)$$

Durata necesară încălzirii stratului termoizolant fiind redusă ridicarea temperaturii aerului interior este rapidă.

La încălzire continuă, în cazul structurilor de pereți din mai multe straturi este indicată soluția cu stratul de mare acumulare la interior, fig.179 deoarece în acest caz este verificată inegalitatea:

$$A_1 = \lambda_1 \cdot c_1 \cdot \varrho_1 \cdot d_1 \cdot \Delta t_1 > \lambda_2 \cdot \varrho_2 \cdot c_2 \cdot d_2 \cdot \Delta t_2 \quad (66)$$

Cantitatea de căldură acumulată de stratul interior este în acest caz mai mare și face ca oscilațiile temperaturii aerului exterior să nu conducă la căderi de temperatură ale aerului interior care să afecteze confortul, avînd în vedere efectul de volant termic al stratului interior cu mare capacitate de acumulare termică.

Structurile de pereți din panouri mari prefabricate ca și pereții din beton armat, adoptați în Republica Socialistă România, constau în principiu dintr-un strat, de masă mare la interior, de 10...14 cm grosime din beton greu (fig.180), strat

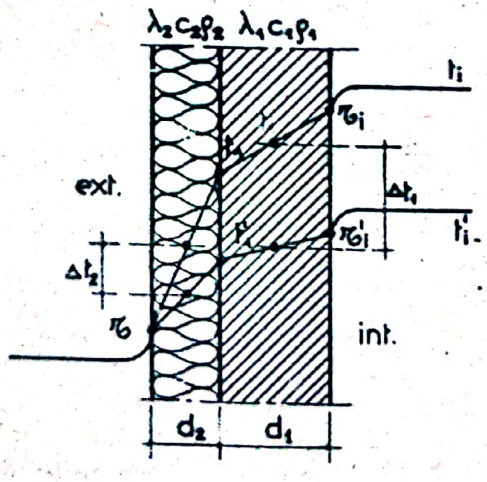


Fig.179. Capacitatea de acumulare termică a peretelui cu stratul termoizolant la exterior

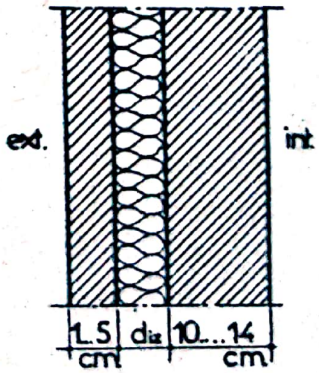


Fig.180. Structura de perete în trei straturi utilizată în R.S. România: 1-strat interior de beton armat; 2-strat izolant; 3-strat exterior de beton armat

exterior de protecţie a termoizolaţiei din beton greu de 4...6 cm şi strat intermediar termoizolator din materiale organice cu grosimea d_{iz} = 4...6 cm, în cazul izolaţiei din polistiren expandat, d_{iz} = 6...8 cm la vată minerală şi d_{iz}= 10...14 cm la materiale de izolaţie din beton celular, beton de zgură expandată, beton de argilă expandată. Adoptarea pe scară largă a acestei structuri este judicioasă din punct de vedere al comportării termice a peretelui, în regim termic.

1.4. Rezistenţa termică a pereţilor la colţuri

La colţurile pereţilor intervin fenomene specifice privind transmisia termică. Datorită suprafeţei exterioare mărite a colţurilor de pereţi are loc o creştere a transmisiei căldurii prin conducţie pe două direcţii, fig.181. Micşorarea curenţilor de aer determină micşorarea transmisiei căldurii prin convecţie exterioară. Ca rezultat al acestor fenomene, ce se suprapun, are loc la colţuri micşorarea temperaturii pereţilor, condens şi mucegai. A.P. Weber propune determinarea temperaturii minime de colţ cu ajutorul unei relaţii bazată pe suprapunerea transmisiei termice liniare după cele două direcţii per-

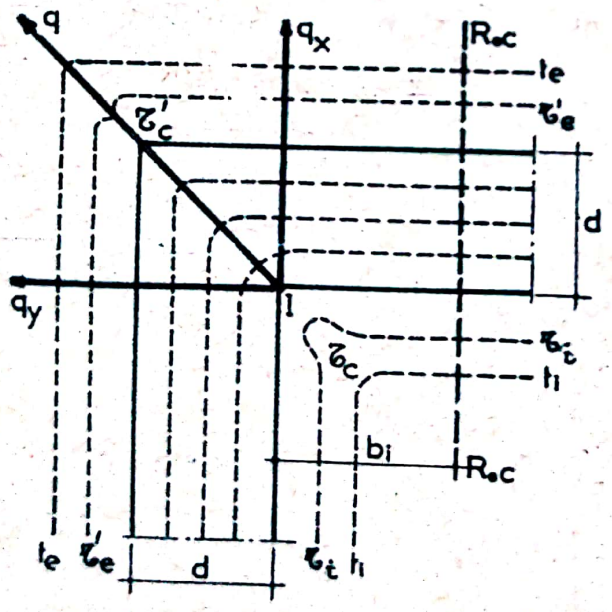


Fig.181. Transmisia plană a căldurii la colţul pereţilor omogeni

pendiculare pe pereţii colţului, avînd forma:

$$\theta_c = t_i - 1{,}42 \frac{R_{ic}}{R_{oc}} \Delta t \geqslant \theta_r \qquad (67)$$

în care:

- θ_c, temperatura în zona de colţ, în °C;

- R_{ic}, rezistenţa la schimb superficial de căldură în zona colţului în m^2 °C/W, egală cu 0,170 m^2 °C/W, la colţuri verticale, fig.182 a, şi 0,210 m^2 °C/W la muchii orizontale, fig.182 b, reprezentînd intersecţii între pereţi şi terase.

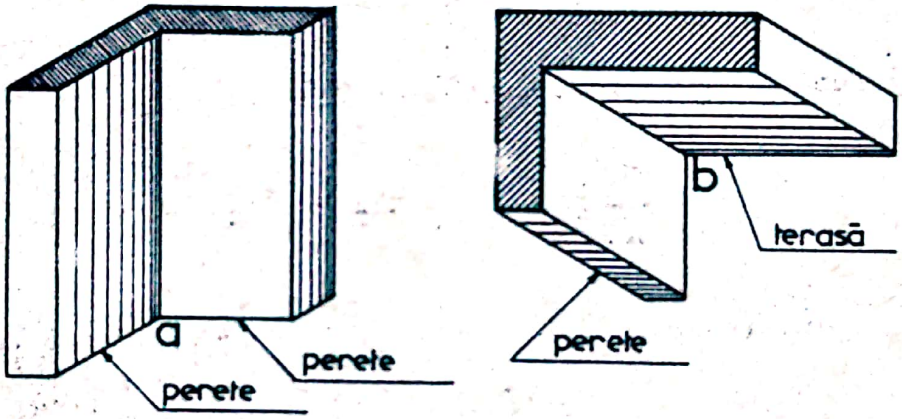


Fig.182. Transmisia căldurii la colţuri verticale(a) şi la muchii orizontale (b)

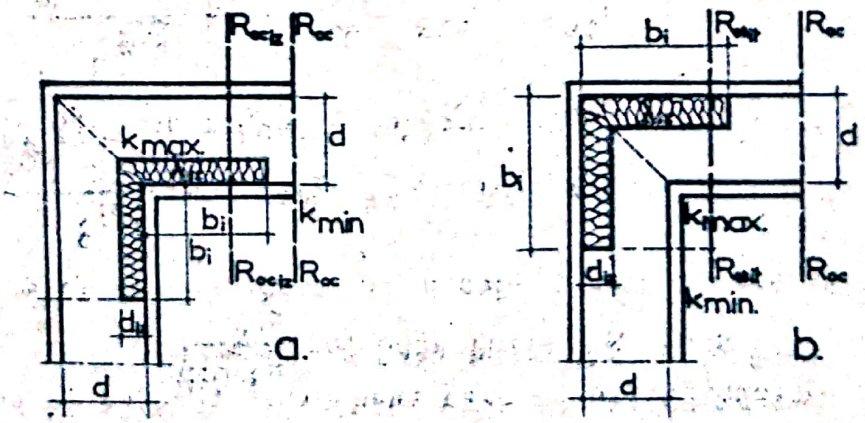


Fig.183. Dispoziţia izolaţiei suplimentare la colţuri:
a) la umidităţi normale b) la umidităţi mari

- R_{oc}. rezistenţa termică în cîmpul peretelui în $m^2\ ^oC/W$.

Condiţia pentru evitarea condensului se poate pune sub forma (fig.183):

$$\Delta\vartheta_o \leq 1,42 \frac{R_{ic}}{R_{oc_{iz}}} \qquad (68)$$

în care $R_{oc_{iz}}$ este rezistenţa termică necesară considerînd izolaţia termică suplimentară în $m^2\ ^oC/W$.

Căderea de temperatură în zona colţului, fără izolaţie termică este dată de relaţia:

$$\Delta\vartheta_i = 1,42 \frac{R_i}{R_{oc}} . \Delta t \qquad (69)$$

Impărţind relaţiile (68) şi (69) se obţine:

$$\frac{\Delta\vartheta_i}{\Delta\vartheta_e} = \frac{R_{ociz}}{R_{oc}} = \frac{R_{oc} + R_{iz}}{R_{oc}} \qquad (70)$$

Din expresia (70) se obţine valoarea lui R_{iz}

$$R_{iz} = R_{oc} \left[\frac{\Delta\vartheta_i}{\Delta\vartheta_e} - 1\right] = R_{oc} \left[\frac{\Delta\vartheta_i - \Delta\vartheta_e}{\Delta\vartheta_e}\right] \qquad (71)$$

Valoarea grosimii necesare a izolaţiei termice, pe m.l de colţ rezultă:

$$d_{iz} = \lambda_{iz} . R_{oc} . \frac{\Delta\vartheta_i - \Delta\vartheta_e}{\Delta\vartheta_e} \qquad (72)$$

Pe lăţimea de influenţă b_i a punţii de colţ rezultă:

$$d_{iz} = b_i . \lambda_{iz} . R_{oc} . \frac{\Delta\vartheta_i - \Delta\vartheta_e}{\Delta\vartheta_e} \qquad (73)$$

Pentru un perete foarte bun este necesar ca $K \leq 0,92\ W/m^2\ ^oC$ şi $\varphi_m \leq 2$, φ_m fiind raportul $\frac{R_{oc}}{R_{o\ min}}$.

Determinările privind transmisia termică la colţuri, prin analogie electrică, arată că la pereţi omogeni are loc o creştere a coeficientului de transmisie termică cu 20%, iar la pere-

ţi neomogeni de pînă la 40%. Pentru evitarea condensului şi asigurarea confortului la colţuri, folosindu-se metoda cîmpurilor se propune o izolare suplimentară, ce se poate calcula considerînd ecuaţia:

$$R_{iz} + R_{med} = \frac{t_i - t_e}{t_i - \tau_{i\ max}} \cdot \frac{1}{\alpha_{ic}} \qquad (74)$$

de unde:

$$d_{iz} = \lambda_{iz} \left[- \frac{1}{K_{med}} + \frac{t_i - t_e}{t_i - \tau_{i\ max}} \cdot \frac{1}{\alpha_{i\ colţ}} \right] \qquad (75)$$

în care:

- d_{iz}, grosimea izolaţiei suplimentare, în m;
- λ_{iz}, coeficientul de conductivitate termică al materialului de izolaţie, în W/m °C;
- t_i, t_e, temperaturile aerului interior şi exterior, în °C;
- K_{med}, coeficientul mediu de transmisie termică determinat prin metoda cîmpurilor prin diferenţe finite sau analogie electrică în W/m^2 °C;
- $\tau_{i\ max}$ temperatura maximă a suprafeţei interioare a colţului, în °C;
- $\alpha_{i\ colţ}$, coeficientul de schimb superficial interior, cu valoarea medie 5,8 W/m^2 °C.

Izolarea suplimentară se dispune la interior sau exterior, în funcţie de condiţiile de umiditate (fig.183).

La pereţi omogeni, izolaţia termică suplimentară la colţuri se poate calcula cu ajutorul nomogramei din fig.184. Pentru colţul peretelui de 37,5 cm grosime, cîmpul termic corespunzător zonei a II-a climatice este prezentat în fig.185.

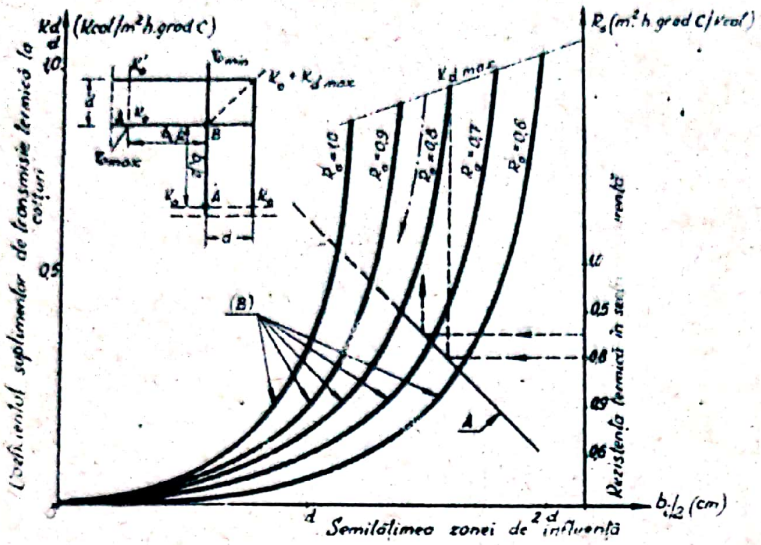


Fig.184. Rezistența termică suplimentară la colțuri de pereți omogeni, calculată pe bază de nomograme

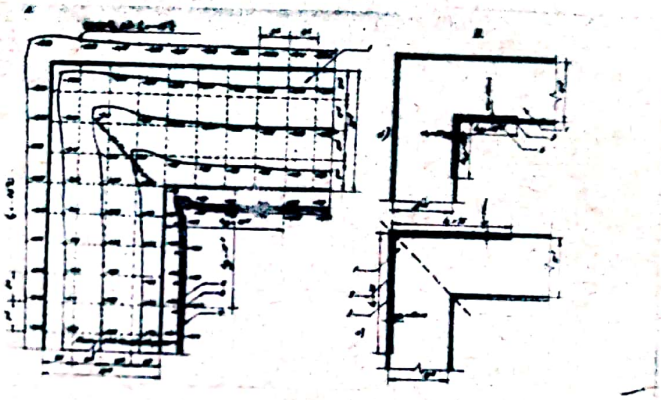


Fig.185. Cîmpul termic în zona de colț a peretelui de 37,5 cm grosime

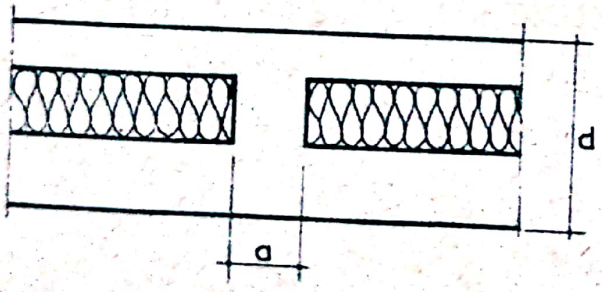


Fig.186. Caracteristica geometrică a punții termice, raportul $\frac{a}{d}$

15.11.5. <u>Caracteristicile pereților cu punți termice</u>

La structurile de pereți cu punți, cercetările efectuate de J.Berthier în Franța ca și cercetările din țara noastră arată că influența punții termice descrește cu raportul $\frac{a}{d}$ (fig.186),

în care "a" reprezintă lăţimea punţii termice şi "d" grosimea peretelui. Reducerea grosimii punţii termice pînă la 3 cm, tehnologic necesară, determină îmbunătăţirea comportării termice a peretelui, în special dacă grosimea punţii scade sub 30% din grosimea peretelui. Inlocuirea materialului termoizolator cu un material de eficienţă mai mare are o influenţă redusă, aşa după cum puntea termică îşi micşorează influenţa dacă materialul din care se realizează are caracteristici termofizice apropiate de ale materialului de bază folosite la structura pereţilor.

Efectul de punte termică este mai redus la structura de perete cu stratul de masă mare la interior (fig.187 a), în comparaţie cu structura şi stratul de masă mare la exterior (fig. 187 b).

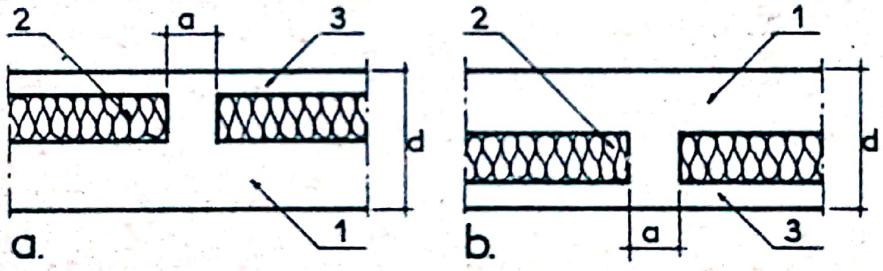


Fig.187. Poziţia stratului termoizolant în funcţie de efectul punţii termice: a - soluţie judicioasă; b - soluţie cu eficienţă termică redusă; 1 - strat de masă mare; 2 - strat termoizolant; 3 - strat de protecţie.

Stratul de masă mare dispus la interior are rolul de egalizator al temperaturii şi de acumulare a căldurii, determinînd o comportare termică mai bună prin distribuţia mai echilibrată a fluxului termic.

La punţi parţiale, comportarea termică este bună în cazul

cînd elementele bune conducătoare de căldură sînt la exterior (fig.188 a), mai puţin eficiente la interior (fig.188 b) şi cu eficienţă termică redusă dacă materialele bune conducătoare de căldură sînt în masa elementului termoizolator (fig.188 c).

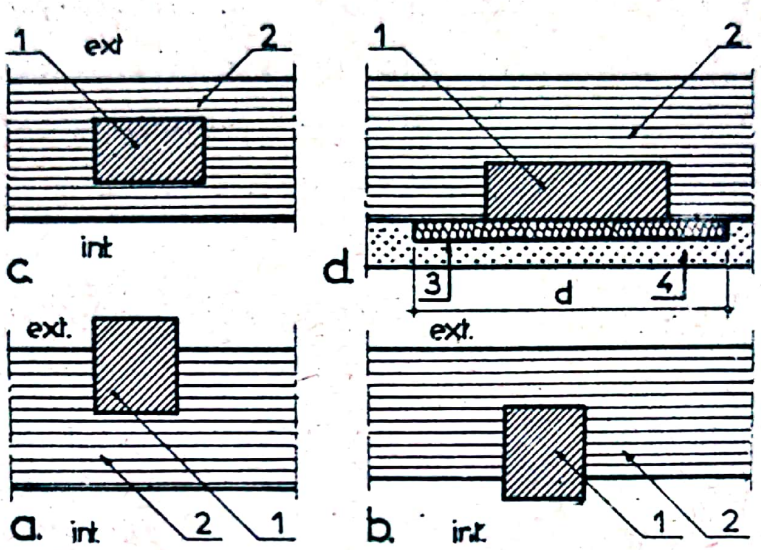


Fig.188. Punte termică parţială: 1 - beton armat; 2 - zidărie, a) soluţie nejudicioasă; b) soluţie bună; c) soluţie de eficienţă termică redusă; d) micşorarea efectului negativ al punţilor parţiale; 1 - strat de beton armat; 2 - zidărie; 3 - termoizolaţie interioară; 4 - tencuială

Micşorarea efectului negativ al punţii termice parţiale se poate obţine printr-un strat de izolaţie termică interioară, a cărui acţiune creşte cu lungimea (fig.188 d). La ramificaţii de pereţi, comportarea optimă, din punct de vedere termic, o prezintă structura cu perete ieşind şi cu dală de repartiţie (fig.189 c) în comparaţie cu celelalte structuri cu punte totală şi parţială.

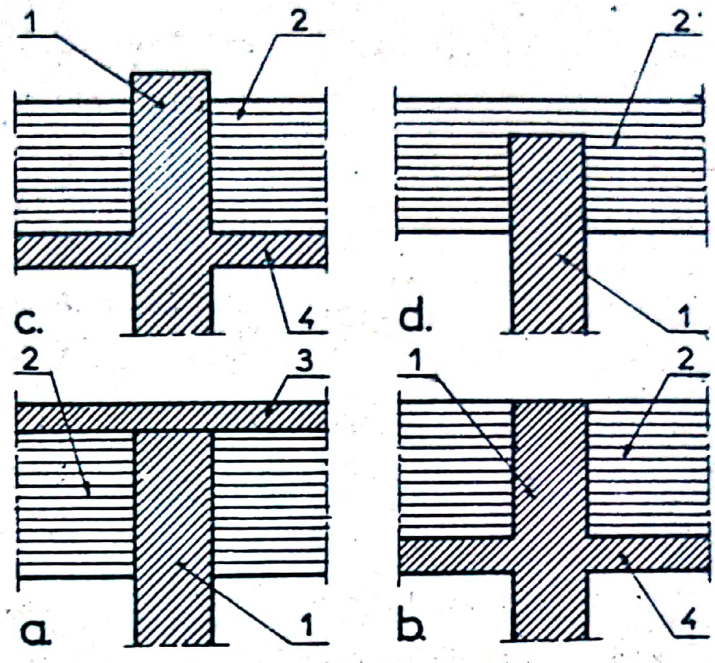


Fig.189
Ramificaţii de pereţi cu punţi:
a)punte totală;
b)punte cu dală interioară de repartiţie;
c)punte cu dală de repartiţie şi perete transversal ieşind; d) punte termică parţială 1-perete de beton;2-zidărie; 3-dală exterioară; 4-dală interioară

15.11.6. Temperatura şi rezistenţa termică minimă a pereţilor cu punţi

Stabilirea temperaturii minime şi a rezistenţei termice a pereţilor cu punţi a făcut obiectul a numeroase cercetări în Franţa, U.R.S.S., R.S.România.

In vederea aprecierii caracteristicilor de temperatură ale structurilor de pereţi cu punţi, referitor la suprafaţa interioară a elementelor de construcţie, fig.190, se introduce factorul de temperatură a suprafeţei interioare, definit de raportul:

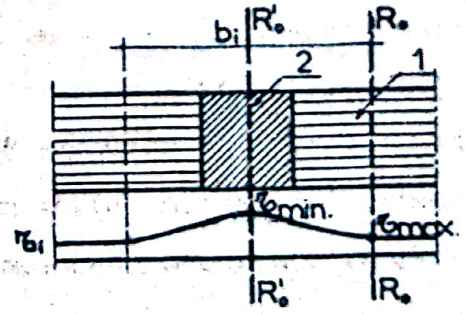


Fig.190. Rezistenţa termică minimă în zona punţilor

$$\alpha = \frac{\tau_{i\ min} - t_i}{t_i - t_e} \qquad (76)$$

La diferenţe mici între $\tau_{i\ min}$ şi t_i, suprafaţa peretelui prezintă omogenitate termică maximă. Omogenitatea temperaturii suprafeţei interioare a peretelui exterior poate fi analizată luînd în considerare expresia:

$$\varphi_m = \frac{\tau_{i\ max} - t_i}{\tau_{i\ min} - t_i} = \frac{R_o}{R_{o\ min}} \qquad (77)$$

φ_m, denumit factor de heterogeneitate al temperaturii suprafeţei interioare prezintă valoarea minimă 1, în cazul unei omogenităţi maxime şi valori mai mari ca 1 pentru heterogenitate oarecare. Analizînd diferite tipuri de punţi termice, fig.191, se constată că valoarea factorului φ_m scade cu lăţimea "a", a punţii termice. La structuri cu zone de mare permeabilitate termică la exterior, cu comportare corespunzătoare termică, factorul φ_m prezintă valori maxime pentru lăţimi mari ale stîlpilor exteriori.

La elemente cu zone de mare permeabilitate termică, la interior, se constată valori mari ale factorului φ_m ce evidenţiază heterogeneitatea termică mărită a structurii de perete. Structura de perete în 2 straturi, cu placă de repartiţie din beton la interior, prezintă omogenitate termică mărită şi deci valori minime ale factorului φ_m. La punţi parţiale valorile factorului φ_m cresc cu adîncimea punţii în structura peretelui, valorile maxime corespunzînd punţii totale. Factorul φ_m pentru structura de panou în 3 straturi, cu placă groasă la interior, utilizată în R.S.România, prezintă valoarea 1,8 mai favorabilă faţă de valoarea 3,2, în cazul cînd structura de perete exterior este cu placa groasă la exterior.

Pentru o comportare corespunzătoare a structurilor de

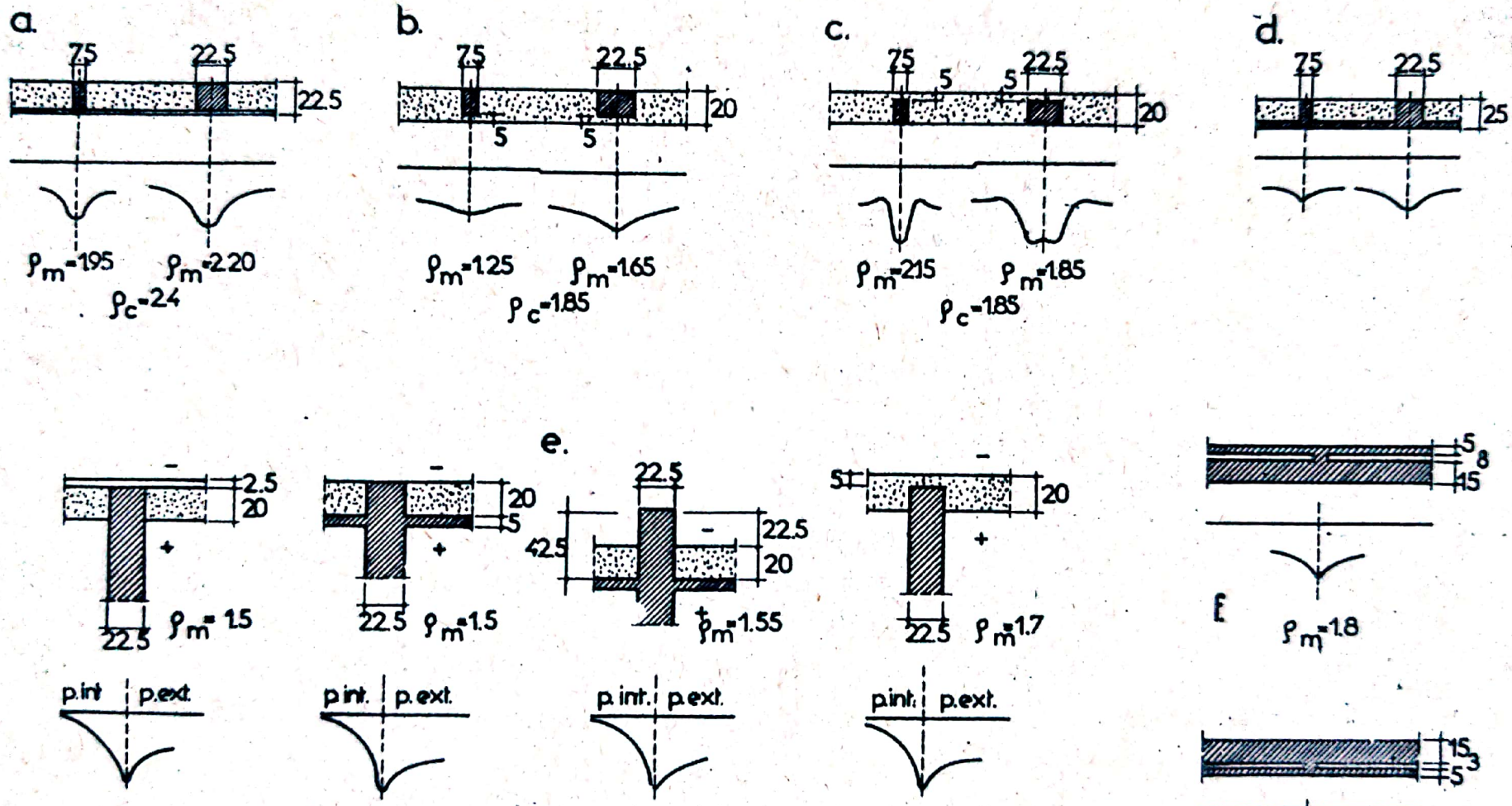


Fig.191. Valorile factorului ρ_m și variația temperaturii pe suprafața elementelor de construcție, în zona punților termice în funcție de caracteristicile geometrice și soluția constructivă a pereților.

Scanned with OKEN Scanner

pereţi cu punţi termice se recomandă $\varphi_m < 2$ în zona I-a climatică, şi $\varphi_m < 1,5$ în zonele II-a şi III-a.

Diferenţa maximă de temperatură între interior şi temperatura minimă $\tau_{i\ min}$, în zona punţii termice, se poate calcula cu relaţia:

$$t_i - \tau_{i\ min} = \Delta\tau_{i\ max} = \frac{R_i}{R_o} \cdot \varphi_m \cdot \Delta t \leqslant \Delta\tau_{r\ adm} \quad (78)$$

în care:

$\Delta\tau_{r\ adm}$, diferenţa de temperatură, între aerul interior şi suprafaţa interioară a elementului exterior de construcţie, admisibilă din punct de vedere al evitării condensului, în ^oC.

In STAS 6472/68 şi normativul CAER privind termotehnica în construcţii, pentru calculul rezistenţei minime şi a temperaturii minime în zona punţilor termice, fig.192, se recomandă relaţiile:

$$R_{o\ min} = \frac{R_o \cdot R'_o}{R'_o + \eta_p(R_o - R'_o)} \quad (79)$$

$$\tau_{i\ min} = t_i - (t_i - t_e).R_i \frac{R_o + \eta_p(R_o - R'_o)}{R_o - R'_o} \geqslant \tau_r \quad (80)$$

în care:

- R_o, rezistenţa la transmisia căldurii în secţiunea neinfluenţată de puntea termică, în $m^2\ ^oC/W$;
- R'_o, rezistenţa la transmisia căldurii în zona punţii, în $m^2\ ^oC/W$;
- η_p, coeficient de corecţie în funcţie de tipul punţii, (fig.192 şi raportul $\frac{a}{d}$, conform graficelor din fig.193).
- τ_r, temperatura de rouă conform condiţiilor de microclimat interior, în ^oC.

Folosindu-se calculul cu diferenţe finite sau analogia

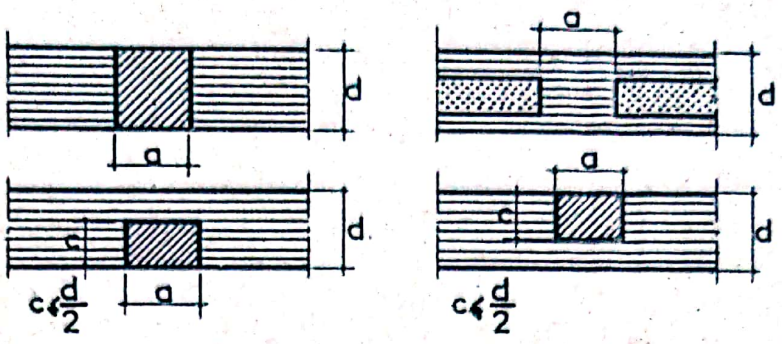


Fig.192. Tipuri de punţi la pereţi

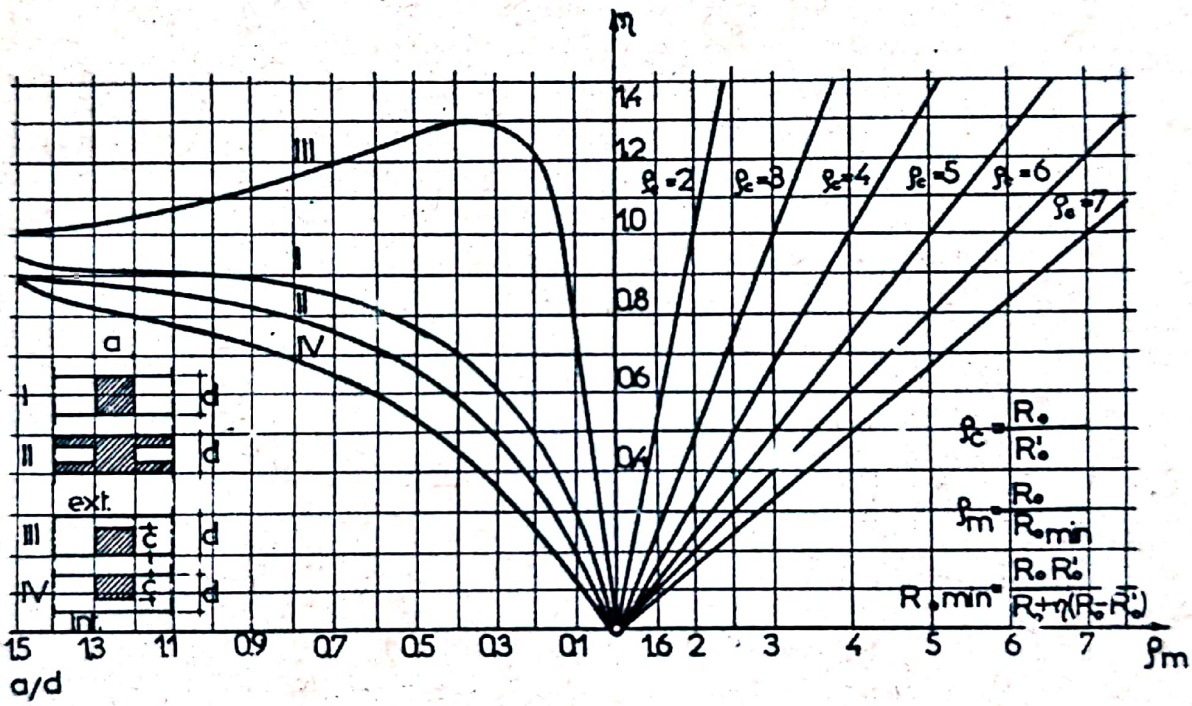


Fig.193. Valorile coeficientului η_p în funcţie de tipul punţii şi raportul $\frac{a}{d}$

electrică se determină cîmpul termic în zona punţilor (fig.194, la ferestre, ramificaţii (fig.195), planşee (fig.196), stabilindu-se temperatura minimă, lăţimea de influenţă "b"$_i$ a punţilor şi pe această bază rezistenţa minimă a pereţilor cu punţi (fig.197).

$$R_{o\ min(1-1)} = \frac{1}{K_{max(1-1)}} = \frac{t_i - t_e}{t_i - \theta_{i\ min\ (1-1)}} \cdot \frac{1}{\alpha_i} \quad (81)$$

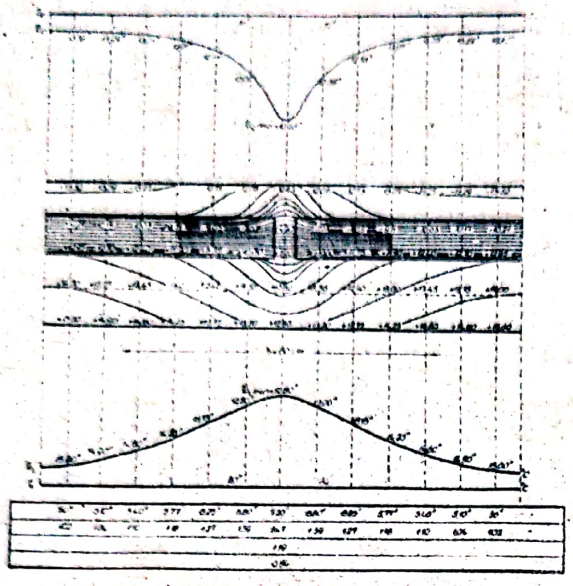
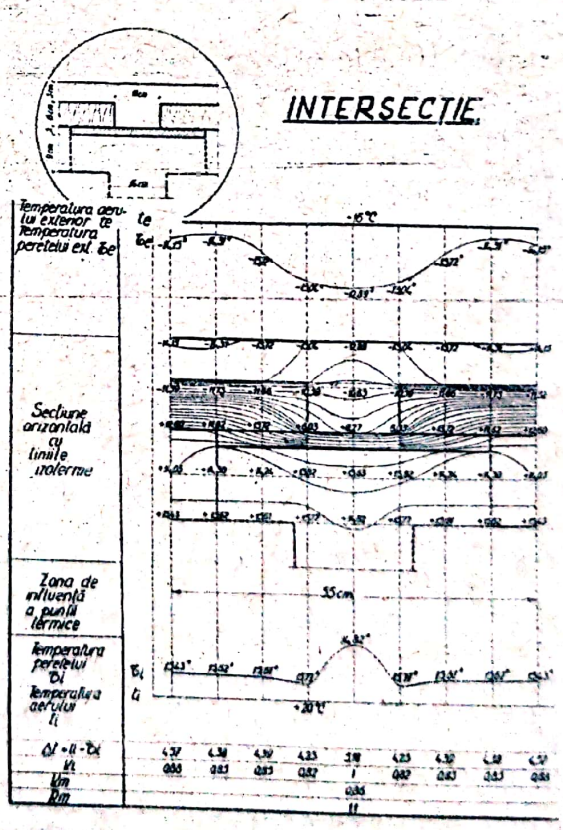


Fig.194

Cîmpul termic în zona unei punţi la un perete de beton armat

Fig.195

Cîmpul termic la o intersecţie



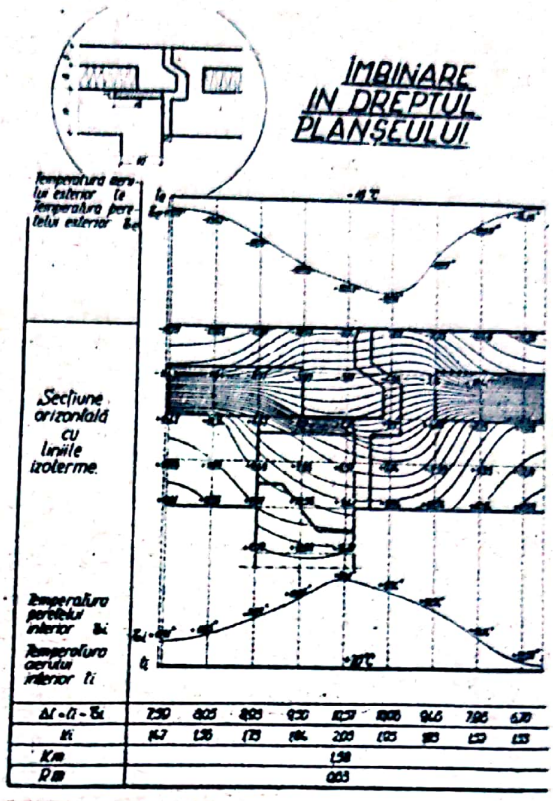


Fig.196
Cîmpul termic în zona îmbinării în dreptul planșeului

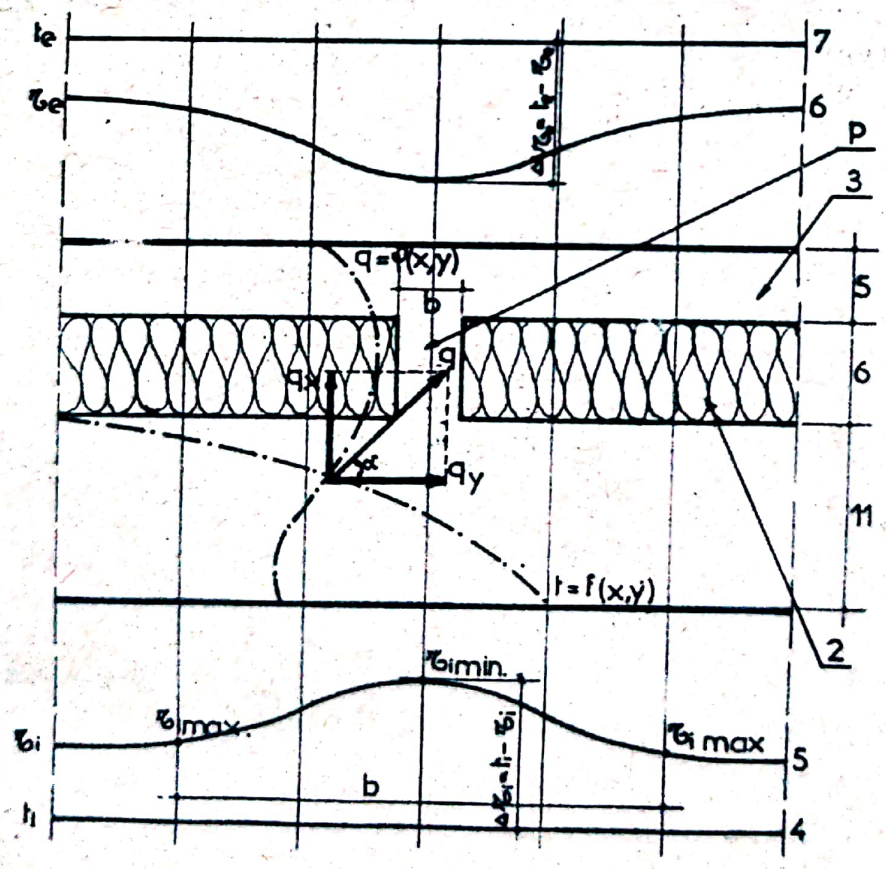


Fig.197
Calculul rezistenței minime în zona punții termice: 1- strat interior de beton armat; 2- izolație termică; 3- strat exterior de beton armat; 4,5,6, 7 - temperatura aerului interior, suprafețele interioară și exterioară și a aerului exterior

In baza studiilor efectuate în laboratorul de clădiri al Institutului Politehnic Iaşi, s-a propus o variaţie liniară a coeficientului de transmisie termică în zona punţii, de la $\tau_{i\ max}$ la $\tau_{i\ min}$. Considerîndu-se temperatura medie:

$$\tau_{i\ med} = \frac{\tau_{i\ max} + \tau_{i\ min}}{2} \qquad (81)$$

se poate determina coeficientul de transmisie termică pe baza expresiei:

$$\frac{1}{R_{o\ med}} = K_{o\ med} = \frac{(t_i - \tau_{i\ med})}{t_i - t_e} \cdot \frac{1}{R_i} \qquad (82)$$

1.7. Creşterea temperaturii în încăperi datorită radiaţiei solare

Considerînd că temperatura exterioară t_e este zero, ecuaţia de bilanţ termic între încăpere şi exterior este:

$$\sum A_f . SR_s + \sum A_p \frac{\alpha . K}{\alpha_e} . R_s = K_v . V . t_i + \sum_1^n S_i . \varphi_i \qquad (83)$$

Considerînd că aportul de căldură transmis prin pereţi este mic şi luînd în considerare numai influenţa ferestrelor, relaţia (83) devine:

$$\sum A_f . S . R_s = K_v . V . t_i + \sum_1^n S_i . \varphi_i \qquad (84)$$

Radiaţia solară R_s, fenomen ondulatoriu poate fi descompus într-un termen constant, egal cu media zilnică a radiaţiei solare R_{med} şi a unei serii de termeni sinusoidali, de amplitudine A_R şi de perioade descrescătoare: 24, 12, 6 ore.

In cazul fenomenului termic datorat termenului de radiaţie constantă, considerînd $t_e = 0$ şi temperaturile pereţilor interiori constante, ecuaţia se scrie astfel:

$$A_f . S . R_{med} = K_v . V . A_{t_i} \qquad (85)$$

de unde:

$$A_{t_i} = \frac{A_f \cdot S \cdot R_{med}}{K_v \cdot V} \qquad (86)$$

Considerînd fenomenele datorate termenilor sinusoidali, pentru fiecare din fenomenele periodice rezultă:

$$A_f \cdot S \cdot A_R = K_v \cdot V \cdot A_{t_i} + \sum_1^n S_i \cdot W_i \cdot A_{t_i} \qquad (87)$$

Din această ecuaţie rezultă:

$$A_{t_i} = \frac{A_f \cdot S \cdot A_R}{K_v \cdot V} \left[\frac{1}{1 + \frac{\sum_1^n S_i W_i}{K_o \cdot V}} \right] \qquad (88)$$

Considerînd fenomenul global, rezultă amplitudinea A_{t_i} a temperaturii aerului interior în funcţie şi de capacitatea de amortizare interioară:

$$A_{t_i} = \frac{A_f \cdot S}{K_v \cdot V} \left[R_{med} + \Sigma \frac{A_R}{\frac{\Sigma S_i \cdot W_i}{K_v \cdot V}} \right] \qquad (89)$$

15.11.8. <u>Stabilitatea termică a încăperilor în condiţii de iarnă</u>

Comportarea termică în regim variabil poate fi analizată în condiţii de iarnă şi de vară. In condiţii de iarnă comportarea termică, în regim variabil a unei încăperi poate fi apreciată prin calculul amplitudinii oscilaţiei temperaturii aerului interior, A_{t_i}, pe baza relaţiei:

$$A_{t_i} = \frac{0,7 \, M \, Q}{B.A} \qquad (90)$$

în care:

- M, coeficientul de neuniformitate al cedării căldurii de către instalaţia de încălzire, avînd valori între 0,4 şi 2,2 funcţie de sistemul şi regimul de încălzire;

- Q, cantitate de căldură pierdută din încăpere în timp de o oră, în W;

- A, suprafaţa elementului de construcţie care delimitează încăperea, în m^2;

- B, coeficient de acumulare termică a suprafeţelor interioare ale elementelor de construcţie care delimitează încăperea, în $W/m^2\ ^oC$ şi calculat cu expresia:

$$B = \frac{1}{R_i + \frac{1}{U_i}} \qquad (91)$$

în care U_i este coeficientul de asimilare termică a suprafeţei interioare a elementului de construcţie, în $W/m^2\ ^oC$.

Pentru uşi şi ferestre valoarea coeficientului B se poate calcula cu relaţia:

$$B = \frac{K_f}{1,08} \qquad (92)$$

K_f, fiind coeficientul de transmisie a căldurii la uşi şi ferestre.

Termenul U_i, din relaţia (91) prezintă valoarea $U_i = S_1$ dacă $D_1 > 1$ şi $U_i = \frac{R_1 . S_1^2 + S_2}{1 + R_1 S_2}$, dacă $D_1 < 1$ şi $D_1 + D_2 \geq 1$

15.11.9. Stabilitatea termică a elementelor exterioare de construcţii în condiţii de iarnă

Verificarea stabilităţii termice a elementelor exterioare de construcţie implică calculul coeficientului ψ, pe baza relaţiei:

$$\psi = \frac{R_o}{R_i + \frac{M}{U_i}} \qquad (93)$$

în care intervin termeni cu semnificaţii cunoscute. Valorile admisibile pentru ψ, în condiţiile de climat din ţara noastră,

sînt 3,7 pentru zona I-a, 4,0 pentru zona II-a şi 4,8 pentru zona III-a.

15.11.10. Stabilitatea termică a clădirilor în condiţii de vară

Sub influenţa radiaţiei solare, amplitudinea temperaturii echivalente a aerului exterior, luînd în considerare şi influenţa însoririi, se calculează cu expresia:

$$A_{t_e\ echiv} = \left(A_{t_e} + \alpha \frac{R_{max} - R}{\alpha_e} \right) \varphi \qquad (94)$$

$$A_{t_e\ echiv} = t_{e\ max} - t_e;\ t_{e\ echiv} = t_e + \frac{\alpha R}{\alpha_e} \qquad (95)$$

- α , coeficientul de absorbţie a radiaţiei solare de către materialele de construcţie, cu valori între 0,35...0,88;

- R_{max}, intensitatea maximă a radiaţiei solare în 24 ore, în W/m^2;

- R, intensitatea medie a radiaţiei solare în 24 ore;

- $\alpha_e = 11,63\ W/m^2\ ^oC$;

- φ factor de corecţie în funcţie de nesimultaneităţile maximelor temperaturii aerului exterior şi a radiaţiei solare cu valori între 0,26...1,0. In literatura germană, în funcţie de orientarea suprafeţelor exterioare, variaţia acestui coeficient este dată între 0,5 şi 1,0.

Cunoscînd valoarea $A_{t_e\ echiv}$ se poate calcula încărcarea termică maximă asupra unui element de construcţie supus radiaţiei solare, cu ajutorul expresiei:

$$q_{s\ max} = \frac{t_{e\ echiv} - t_i}{R_o} + \frac{A_{t_e\ echiv}}{\nu} \cdot \alpha_i \qquad (96)$$

în care ν , coeficientul de amortizare termică a elementului

de construcţie.

15.11.11. Temperatura încăperilor în condiţii de vară, cu considerarea amortizării datorită pereţilor interiori

Ecuaţiile de bilanţ termic sînt liniare în temperatură şi radiaţie solară, astfel încît temperatura într-o încăpere este suma:

- temperaturii curente, în absenţa radiaţiei solare şi a aportului elementelor interioare de construcţie;
- suplimentului de temperatură datorită radiaţiei solare;
- suplimentului de temperatură datorită aportului elementelor interioare de construcţie.

In condiţii de vară, neexistînd altă sursă de energie, temperaturile medii, exterioare şi interioare sînt egale. Amplitudinile de variaţie ale temperaturilor exterioare şi interioare sînt diferite în funcţie de inerţia construcţiei.

Schimburile termice între exteriorul şi interiorul unei încăperi cu loc prin transmisia pereţilor şi ventilaţia aerului, pe baza expresiei:

$$K_v \cdot V (t_e - t_i) \qquad (97)$$

Fluxul termic absorbit sau cedat de pereţii interiori este egal cu suma produselor suprafeţei fiecărui perete S_i prin fluxul unitar absorbit sau cedat de aceasta, φ_i. Ecuaţia de echilibru este deci:

$$K_v \cdot V(t_e - t_i) = \sum_1^n S_i \cdot \varphi_i \qquad (98)$$

Diferenţa maximilor temperaturilor t_e şi t_i este egală cu diferenţa amplitudinilor de variaţie a temperaturilor deoarece valorile lor medii sînt egale. Maximul fluxului este egal cu amplitudinea sa deoarece valoarea medie este nulă. Notînd

prin A_{t_e}, A_i și ϕ_i aplitudinile de variație ale lui t_e, t_i și i ecuația de mai sus se scrie:

$$K_v.V\ (A_{t_e} - A_{t_i}) = \sum_{i=1}^{n} S_i.\ \phi_i \qquad (99)$$

Amplitudinea de variație a fluxului absorbit sau cedat de un element interior de construcție este proporțională cu amplitudinea de variație a temperaturii aerului interior și un coeficient de inerție al peretelui, notat cu W_i, ceea ce conduce la expresia:

$$K_v.V.(A_{t_e} - A_{t_i}) = \sum_{1}^{n} S_i.W_i.A_{t_i} \qquad (100)$$

Din relația (100) rezultă:

$$A_{t_i} = \frac{A_{t_e}}{1 + \frac{\sum_{i}^{n} S_i.W_i}{K_v.V}}$$

Amplitudinea de variație a temperaturii aerului interior este deci inferioară amplitudinii temperaturii aerului exterior. Amortizarea este cu atît mai mare cu cît raportul $\frac{\sum S_i.W_i}{K_v.V}$ este mai mare și deci S_i și W_i mai mari, iar coeficientul volumic K_v de transmisie a căldurii este mai mic. Valoarea coeficientului K_v depinde de intensitatea ventilației naturale a încăperii.

1.12. Influența umidității asupra pereților

La alcătuirea pereților în mai multe straturi se vor avea în vedere și condițiile referitoare la umiditatea interioară de exploatare, umiditatea climatică a aerului exterior și evitarea condensului și a acumulării de umiditate în structura peretelui.

Comportarea pereților la acțiunea umidității

Peretele ca element de construcție are una din funcțiuni-

le principale de a proteja clădirea contra umidităţii. Pereţii tradiţionali din zidărie, relativ groşi, fig.198, erau capabili

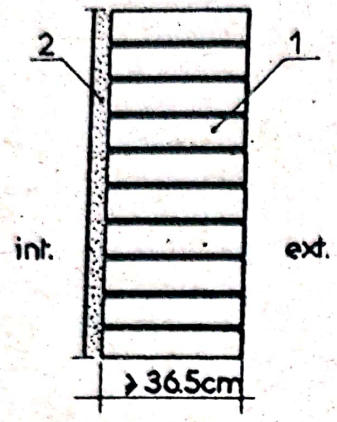


Fig.198. Perete din zidărie aparentă cu cărămizi plane
1 - Perete; 2 - Tencuială interioară

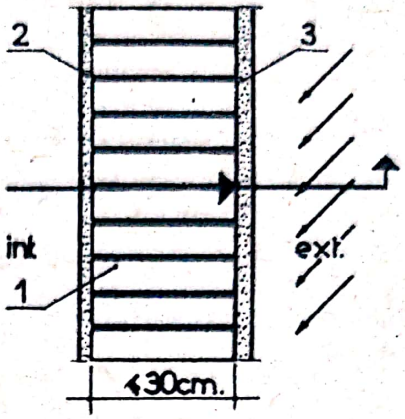


Fig.199. Perete de grosimea unei cărămizi găurite cu tencuială 1-Perete; 2-Tencuială interioară permiabilă; 3-Tencuială exterioară impermiabilă

de a absorbi şi a reţine o anumită cantitate de vapori de apă, astfel încît chiar în absenţa unei tencuieli exterioare, umiditatea rezultată din precipitaţiile atmosferice nu traversează elementul de construcţie.

Dacă se reduce grosimea peretelui exterior pînă la valoarea minimă, admisibilă din punct de vedere termic şi static, fig.199 şi luînd în considerare absorbţia mai mare a cărămizilor poroase care se utilizează astăzi sîntem obligaţi a proteja peretele contra intemperiilor cu ajutorul unei tencuieli exterioare, impermiabilă la apă, dar care nu trebuie totodată să împiedice evacuarea vaporilor de apă ce se produc în interiorul clădirii.

Utilizarea cărămizilor extradure de parament, fig.200 poate constitui un material etanş opunîndu-se la orice difuzie

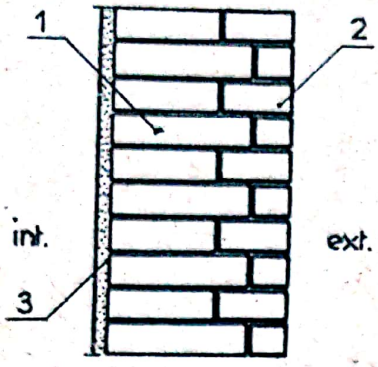


Fig.200. Perete din zidărie cu cărămizi extradure la exterior. 1-zidărie obişnuită; 2-zidărie cu cărămizi extradure la exterior; 3-tencuială interioară

a vaporilor de apă şi putînd deci să influenţeze funcţia de respiraţie a zidăriei.

Pentru a remedia acest incovenient ar trebui teoretic să se dispună pe partea caldă dinspre interior a peretelui, un strat care să frîneze trecerea vaporilor.

In cazul structurilor de pereţi din beton monolit sau prefabricat, comportarea lor depinde de poziţia stratului termoizolant. In cazul structurii cu termoizolaţie la interior, fig.201, difuzia vaporilor de apă spre exterior este mai puţin bună deoarece betonul se opune în mai mare măsură la trecerea vaporilor de apă în comparaţie cu izolaţia termică, fiind posibilă acumularea lor în secţiunea s-s.

Structura de perete, cu izolaţie termică la exterior, fig.202, este nu numai cea mai bună soluţie din punct de vedere termic, dar prezintă în aceiaşi măsură avantaje în ce priveşte difuzia vaporilor.

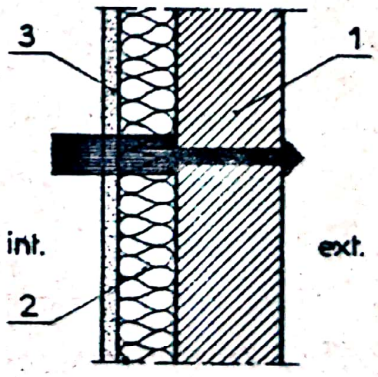


Fig.201
Perete de beton cu termoizolaţie la interior
1-Beton; 2-Izolaţie termică; 3-Tencuială interioară

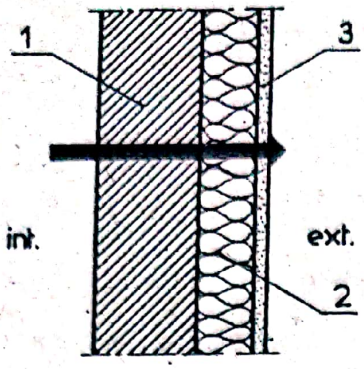


Fig.202. Perete de beton cu termoizolaţie la exterior 1- Beton; 2- Termoizolaţie; 3- Tencuială exterioară

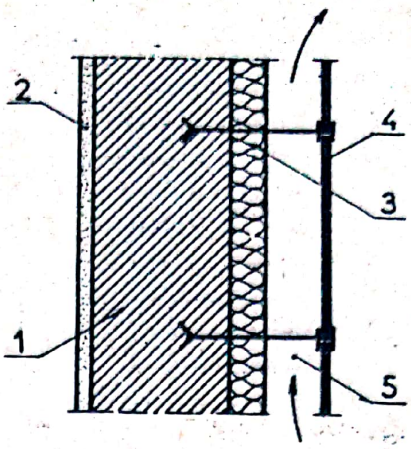


Fig.203. Perete de sticlă suspendată cu ventilaţie exterioară 1- Beton armat; 2-Tencuială interioară; 3-Termoizolaţie; 4-Sticlă; 5- Strat de aer ventilat

Din acest motiv se preconizează, în cazul pereţilor în mai multe straturi, cu izolaţie încorporată, de a plasa stratul izolant mai spre exteriorul peretelui.

La structuri de pereţi cu materiale etanşe la vapori de apă dispuse la exterior, cum sînt de exemplu sticla, fig.203, metalul, fibrocimentul, evacuarea excesului de umiditate se realizează prin ventilarea canalelor verticale de aer ce comunică la partea inferioară şi superioară cu mediul ambiant.

Structurile de pereţi uşori, alcătuiţi dintr-un strat termoizolant trebuie a fi protejate contra apei de condensare. Soluţia cea mai simplă constă în dispunerea pe partea caldă a peretelui a unui ecran para-vapori, fig.204.

Neluarea în considerare a principiilor de bază privind comportarea termică şi la umiditate a pereţilor conduce la degradări, exfolieri, eflorescenţe, zone de mare umiditate, fenomene de coroziune la structurile cu metal şi la descompunerea

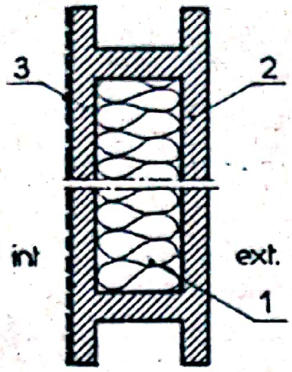


Fig.204. Perete uşor protejat cu carcasă de beton armat şi para-vapori la interior 1 - Strat termoizolant; 2-Carcasă portantă din beton armat; 3-Para-vapori

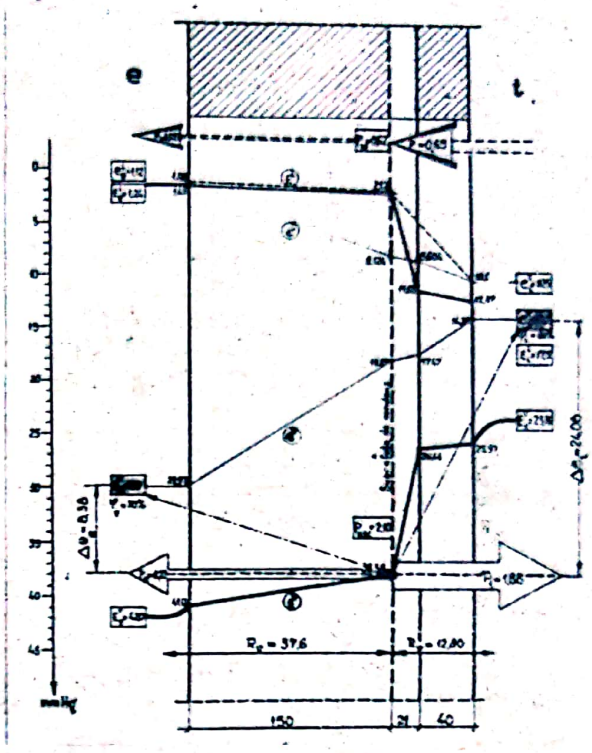


Fig.205

Acumularea umidităţii la perete în 3 straturi cu izolaţia termică la interior

straturilor de termoizolaţie, ceea ce se poate evita prin proiectarea judicioasă a elementelor de construcţie, din punct de vedere higrotermic.

Umiditatea de echilibru a pereţilor exteriori în condiţii de exploatare normală este cuprinsă între 0,5%...4% şi maxim 6% în cazul pereţilor din beton celular autoclavizat.

15.11.13. <u>Structura optimă a pereţilor exteriori din punct de vedere al evitării acumulării vaporilor de apă</u>

La structurile de pereţi în 3 straturi din panouri mari sau beton armat monolit sînt posibile în principiu 3 soluţii constructive:

a) structura cu termoizolaţie spre interior, fig.205;

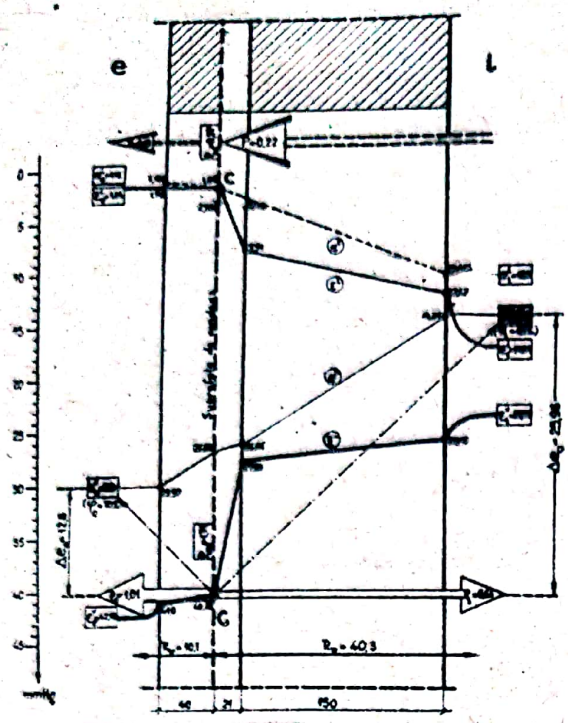


Fig.206. Acumularea umidităţii la perete în 3 straturi cu izolaţia termică la exterior.

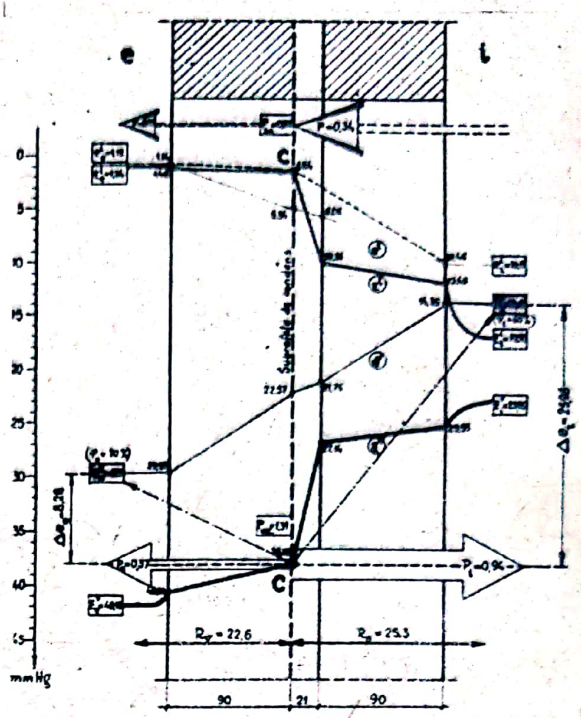


Fig.207. Acumularea umidităţii la perete cu structură simetrică şi termoizolaţie la mijloc

b) structura cu termoizolaţie spre exterior, fig.206;

c) structura simetrică cu termoizolaţia la mijloc, fig. 207.

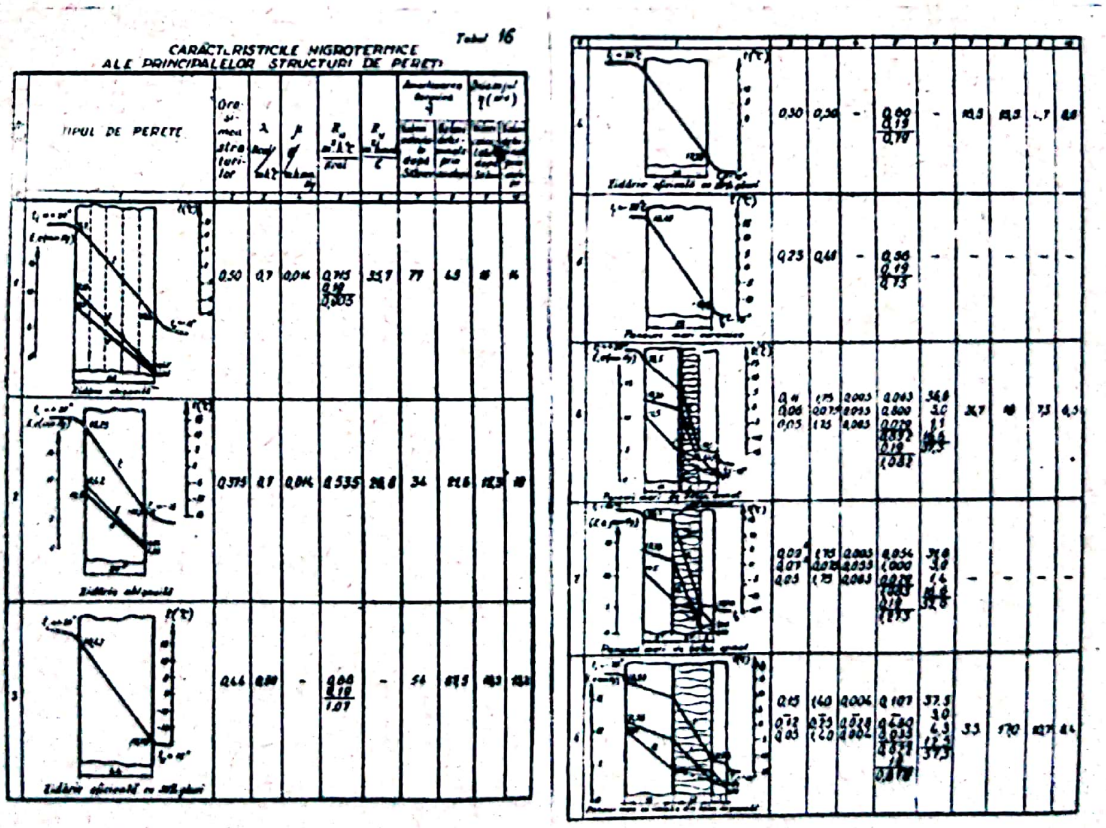
La structura cu termoizolaţia la interior, cantitatea unitară de vapori de apă ce se poate acumula în condiţii de iarnă P_i = 0,62 g/m^2.h, ce este maximă în comparaţie cu debitul P_a= 0,27 g/m^2 h, la structura cu termoizolaţia la exterior şi P_a= 0,37 g/m^2 h, la structura simetrică cu termoizolaţia centrală. Rezultă deci că structura de perete cu termoizolaţia la exterior este mai indicată şi din punct de vedere al acumulării vaporilor de apă din condens în condiţii de iarnă. In ce priveşte evacuarea apei condensată în structura peretelui comportarea variantei de perete cu termoizolaţie la exterior, este optimă,

deoarece cantitatea de vapori ce se elimină prin exterior P_e = = 1,01 > P_i = 0,64 g/m^2 h, în comparaţie cu structura cu termoizolaţie la interior la care P_i = 1,88 > P_e = 0,22 şi structura simetrică la care P_i = 0,94 > P_e = 0,33 şi la care eliminarea condensului are loc în mare parte prin interior.

15.11.14. Caracteristicile termice ale pereţilor în regim nestaţionar

Cercetări efectuate la clădiri în exploatare privind comportarea termică în regim nestaţionar, au scos în evidenţă caracterul sinusoidal, periodic al oscilaţiei termice a aerului exterior, interior şi a suprafeţelor interioare şi exterioare ale pereţilor, fenomen cu perioada de 24 ore, o lună sau un an.

In tabelul 16 se prezintă caracteristicile termice şi de umiditate, valorile amortizării şi defazajului oscilaţiei termice a unor tipuri de bază de pereţi.



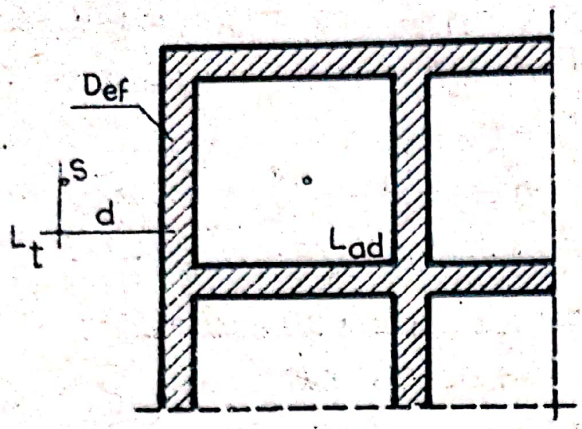


Fig.208. Izolarea pereţilor exteriori la zgomotul exterior

Din datele prezentate, în condiţiile regiunii II-a climatice, rezultă că, în general, tipurile de pereţi studiaţi satisfac condiţiile de exploatare pentru umiditate normală. Valorile amortizării şi defazajului după Sklover, calculate ca raport între amplitudinile termice ale aerului exterior şi suprafeţei interioare a pereţilor exteriori şi ca raport între amplitudinile oscilaţiilor termice ale suprafeţelor exterioare şi interioare ale pereţilor exteriori, sînt comparate cu valorile determinate prin analogie electrică în cadrul cercetărilor de la Iaşi, luînd în considerare şi capacitatea de acumulare termică a pereţilor interiori şi a planşeelor. In raport cu valorile minime ale amortizării termice prescrise de Eichler (ν = 10...15), se consideră că pentru climatul nostru amortizarea termică minimă a pereţilor nu trebuie să coboare sub 20, pentru a se obţine o comportare termică echivalentă zidului etalon din cărămizi pline de 37,5 cm grosime. Analizînd structurile de pereţi utilizate în R.S.România în raport cu noul criteriu rezultă că în condiţiile regimului de încălzire discontinuu, numai pereţii de 50 cm si 37,5 cm grosime din cărămidă plină şi peretele din zidărie de cărămidă eficientă de 44 cm grosime satisfac această condiţie. Pentru celelalte tipuri de pereţi este necesară o creştere a capacităţii de izolare termică pentru a se obţine o

comportare corespunzătoare în special în condiţii de vară.

Din punctul de vedere al defazajului oscilaţiei termice, se consideră că valoarea minimă nu trebuie să coboare sub η =10 pentru a avea o comportare comparabilă cu peretele etalon din zidărie de cărămidă plină de 37,5 cm grosime. Se apreciază că principalele tipuri de pereţi, în afară de panourile mari, satisfac acest criteriu avînd valorile defazajului între 7,8 şi 10, faţă de valorile minime recomandate de Eichler şi cuprinse între 6...10.

15.12. Izolarea acustică a pereţilor la zgomotul aerian

15.12.1. Izolarea ecustică necesară la zgomotul aerian

Zgomotul aerian poate proveni din exteriorul sau interiorul încăperilor.

Sursele interioare de zgomot pot fi: oamenii, instrumentele muzicale, aparatele de radio, mecanismele diverselor instalaţii tehnice ale clădirilor în timpul funcţionării lor.

Pentru dimensionarea pereţilor din punct de vedere al izolării fonice, trebuie îndeplinită inegalitatea (fig.208):

$$D_{ef} > D_{nec} \qquad (102)$$

în care:

- D_{ef}, gradul de izolare fonică efectiv al elementului de construcţie, în foni sau dB;

- D_{nec}, gradul de izolare fonică necesar al elementului de construcţie, în foni sau dB;

Gradul de izolare fonică necesar, la zgomotul aerian, se calculează cu expresia:

$$D_{nec} = L_t - L_{ad} \qquad (103)$$

în care:

- L_t, nivelul teoretic al intensităţii zgomotului din

aer, dat în literatură sau măsurat la faţa locului, în foni;

- L_{ad}, nivelul admisibil al intensităţii zgomotului din aer, ce se consideră acceptibil în încăpere, în foni.

In literatura germană se citează următoarele trepte de intensităţi admisibile ale zgomotului, L_{ad}, pe ramuri de activităţi:

- activităţi cu concentraţie intelectuală...50 DIN foni;
- lucrări de birou şi altele asemănătoare...70 DIN foni;
- celelalte lucrări.....90 DIn foni;

Normele DIN germane, ONORM austriece şi GOST sovietice indică niveluri de intensitate maximă admisibile diferite, în exteriorul clădirilor de locuit, tabelul 17.

Tabelul 17

Nivelul de intensitate sonoră maximă admisibilă în exteriorul clădirilor

Nr. crt.	Z o n a	Nivelul de intensitate sonoră maxim admisibil L_{ad}, în foni					
		D I N		O N O R M		G O S T	
		Zi	noapte	zi	noapte	zi	noapte
1	Industrială	65	50	65	55	65	50
2	Rezidenţială	60	45	60	50	-	-
3	Mixtă	50	35	50	40	60	45
4	Exclusiv de locuinţe	-	-	-	-	50	35

In fig.209 se prezintă după ISO valorile limită privind criteriile teoretice de zgomot. Limita zgomotului admisibil în încăperi este de 85 dB. Criteriul efectiv al zgomotului corespunde curbei de valoare maximă intersectată de diagrama zgomotului analizat. De exemplu curba C_{50}, în cazul curbei a din fig.209 caracterizează criteriul zgomotului analizat.

Nivelul admisibil al zgomotului interior pentru diverse

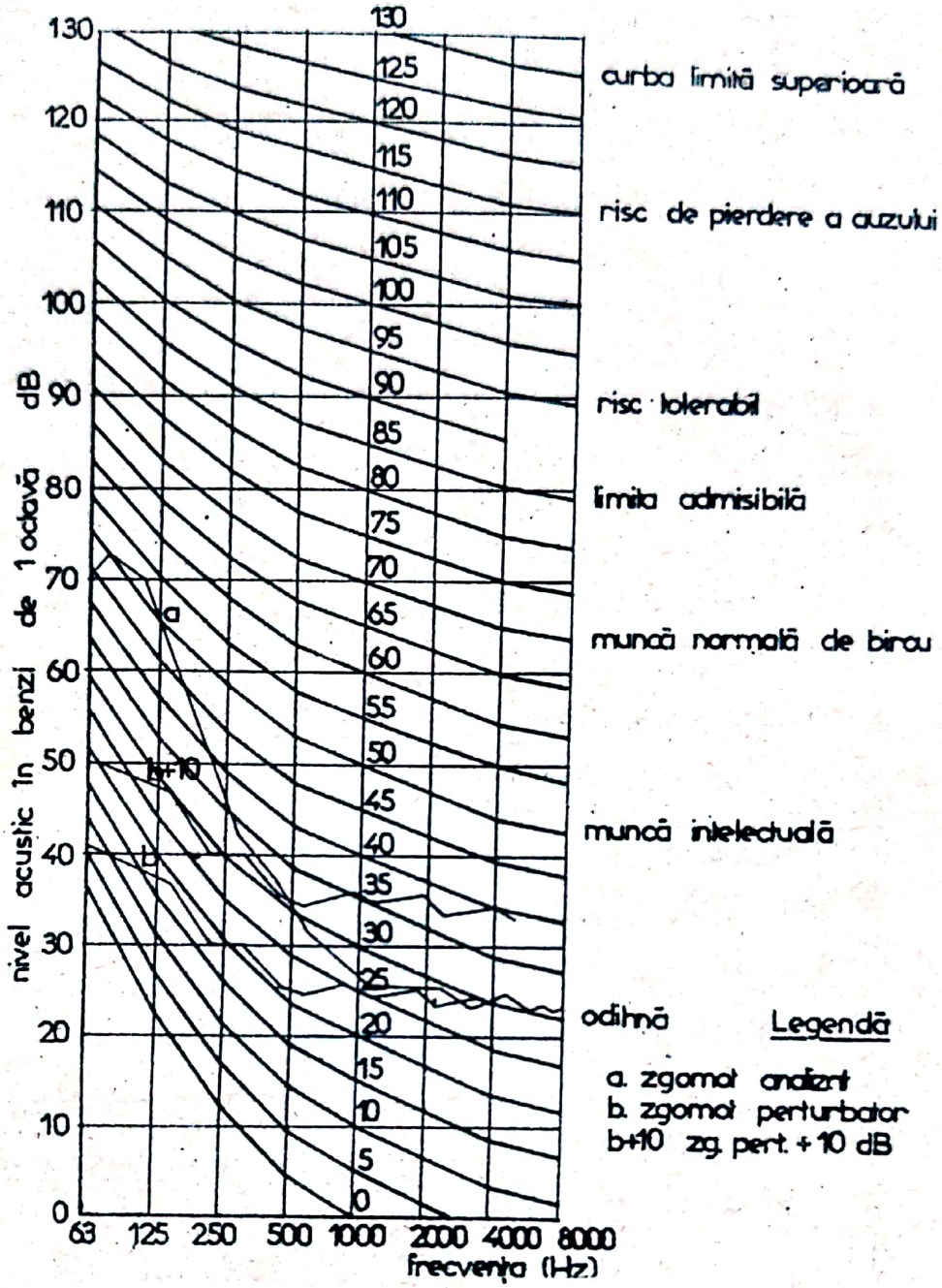


Fig.209. Valorile limită privind criteriile de zgomot conform normelor internaţionale ISO

categorii de clădiri, după destinaţia lor, se poate lua:

Saloane de spital (noaptea).....25 DIN foni;

Saloane de spital (ziua).....30-40 DIN foni;

Scoli.....30-40 DIN foni;

Azile de bătrîni.....25-35 DIN foni;

Clădiri de locuit.....45 dB_A.

Intr-o prima aproximaţie, gradul de atenuare acustică al unui element de construcţie la zgomotul aerian, poate fi calculat cu expresia:

$$D = 10 \log \frac{1}{\tau} = 10 \log \frac{E_i}{E_{tr}} \qquad (108)$$

Folosirea relaţiei 108 conduce la valori foarte mari ale atenuării acustice, ceea ce nu reflectă caracteristicile reale ale elementelor de construcţie în ce priveşte capacitatea lor de amortizare a oscilaţiilor sonore.

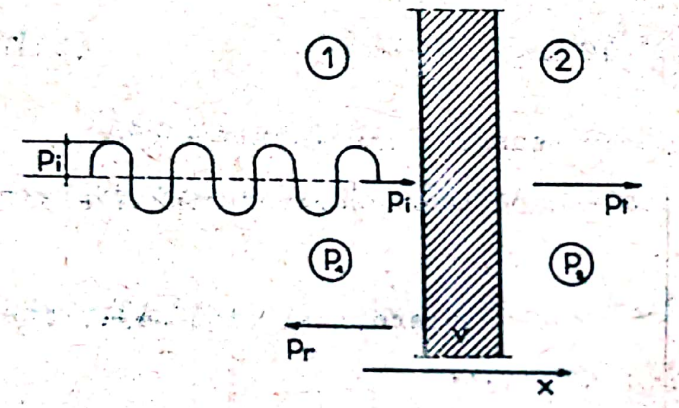


Fig.211. Ipoteza elementului de construcţie considerat piston sub acţiunea vibraţiei aerului

Intr-o ipoteză mai cuprinzătoare se consideră peretele piston care vibrează sub acţiunea presiunii acustice a aerului din încăpere fig. 211. Considerăm presiunea acustică incidentă P_i, avînd variaţie sinusoidală, ce produce vibraţii elementului de construcţie. In încăperea 1 unde acţionează sursa sonoră avînd presiunea incidentă p_i se suprapune presiunea reflectată p_r, astfel încît în încăpere acţionează presiunea rezultantă $p_1 = p_i + p_r$.

In încăperea 2 învecinată activează presiunea transmisă $p_2 = p_t$. Deoarece vitezele aerului în încăperile 1 şi 2 în vecinătatea elementului de construcţie sînt aceleaşi, în ipoteza că peretele se consideră piston ce vibrează, fără legături pe contur cu celelalte elemente de construcţie, se poate scrie ecuaţia mişcării, în direcţia spaţiului x :

$$M \frac{d^2 r}{dt^2} = F_1 - F_2 \qquad (109)$$

M, fiind masa totală a ecranului, iar F_1 și F_2 sînt forțele totale ce acționează în încăperile 1 și 2.

Dacă se împarte "M", la suprafața "S" a ecranului, se obține ecuația diferențială a mișcării:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = p_1 - p_2 \qquad (109\ a)$$

Să considerăm expresia presiunii p_1 din încăperea 1 și viteza v a ecranului:

$$p_1 = p_i + p_r \; ; \; v = v_i - v_r \qquad (110)$$

Multiplicînd termenii din expresia vitezei cu $\varrho_o . c$ se obține:

$$\varrho_o . c . v . = \varrho_o . c . v_i - \varrho_o . c . v_r \qquad (110\ a)$$

Relația(110 a)se poate scrie:

$$\varrho_o . c . v = p_i - p_r \qquad (111)$$

Adunînd relațiile 110 și 111 rezultă:

$$p_1 = 2 p_i - \varrho_o c . v . \qquad (112)$$

Reluînd expresia mișcării se obține:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = p_1 - p_2 = 2 p_i - \varrho_o c . v . - \varrho_o c . v . \qquad (113)$$

deoarece $p_2 = \varrho_o c . v .$, rezultă:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = 2 (p_i - \varrho_o c . v .) \qquad (114)$$

Cunoscînd că viteza mișcării este $v = \frac{dx}{dt}$, în cazul mișcării periodice, sub forma armonică, complexă, viteza se poate exprima astfel:

$$v = e^{j \omega t}, \text{ în care } j = \sqrt{-1} \qquad (115)$$

Scanned with OKEN Scanner

iar $\frac{dv}{dt} = j.\omega.e^{J.\omega.t.} = J.\omega.v.$ (116)

Ecuaţia mişcării se poate pune sub forma:

$$J.\omega.v.m. = p_1 - p_2 = 2\,(p_i - \varrho_o c.v.) \quad (117)$$

de unde:

$$2\,p_i = \varrho_o c.v. + \frac{J.\omega.m.v.}{2} \quad (118)$$

Expresia coeficientului de reducţie sonoră se poate scrie:

$$D = 10 \log \frac{1}{\tau} = 10 \log \left[\frac{p_i}{p_t}\right]^2 = 10 \log \left[\frac{\varrho_o c.v. + \frac{J.\omega.m.v}{2}}{\varrho_o c.v}\right]^2$$

$$= 10 \log \left[1 + \frac{J.\omega.m.}{2.\varrho_o.c}\right] = 20 \log \frac{\omega.m}{2.\varrho_o.c} \quad (119)$$

Deoarece $\omega = 2.\pi.f$, gradul de atenuare fonică a peretelui la zgomotul aerian rezultă:

$$D = 20 \log \frac{2.\pi f.m}{2.\varrho_o c} = 20 \log \frac{\pi f.m}{\varrho_o \infty} \quad (120)$$

Se constată că gradul de atenuare acustică al elementului de construcţie depinde de frecvenţa şi masa elementului de construcţie.

Această relaţie este cunoscută sub denumirea de legea masei, formulată de Berger, care exprimă că gradul de izolare acustică a elementului de construcţie, la zgomotul aerian variază exponenţial cu masa, adică cu 4 dB la fiecare dublare a masei sau a frecvenţei, conform expresiei: D = 19 log m, în care "m" greutatea în kg a unui m^2 de ecran.

Măsurătorile experimentale ale gradului de izolare acustică a pereţilor prezintă valori mai mici în comparaţie cu valorile calculate.

In literatură sînt prezentate numeroase relaţii care exprimă legătura experimentală între gradul de izolare acustică

a elementului de construcţie la zgomotul aerian şi greutatea pe m^2.

6. Atenuarea acustică a elementelor de construcţie luînd în considerare legăturile pe contur

Ipoteza pistonului rigid nu corespunde comportării reale a elementului de construcţie sub acţiunea oscilaţiilor sonore. Datorită încastrării elastice pe contur, aceasta echivalează cu o reducere a masei elementului, cu un coeficient "a", astfel încît masa redusă a acestuia "m'" este:

$$m' = a, m \qquad (121)$$

Luînd în considerare o variaţie a masei "m" între 2 şi 453 kg/m^2, s-a obţinut o variaţie a coeficientului "a", cuprinsă între 0,2 şi 0,13, independent de frecvenţă, ceea ce permite să scriem expresia gradului de izolare acustică a peretelui, luînd în considerare comportarea ca o membrană rezemată elastic pe contur, sub forma:

$$D = 20 \log \frac{\omega . m . a .}{2 \cdot \varrho} - 6 \qquad (122)$$

Incastrarea pe contur a elementului de construcţie poate aduce o scădere suplimentară a atenuării acustice, de ordinul 15 dB, ceea ce este esenţial în ce priveşte confortul acustic.

Un aport deosebit îl aduce Cremer, prin teoria efectului de coincidenţă. In opoziţie cu ipoteza pistonului rigid se consideră că elementul de construcţie are o anumită elasticitate, care poate provoca o rezonanţă şi deci o scădere a atenuării acustice în zona frecvenţelor proprii. Se face de asemenea observaţia că undele ce cad oblic pe suprafaţa peretelui şi ies tot oblic au o atenuare care variază cu unghiul de incidenţă. O fişie din perete, sub acţiunea undelor incidente oblic, poate fi asimilată cu o coardă foarte groasă, supusă unor oscilaţii de flexiune, care prezintă următoarea ecuaţie a mişcării libere:

Scanned with OKEN Scanner

$$B \frac{d^2y}{dx^2} = m \frac{d^2y}{dt^2} \qquad (123)$$

în care:

- x, abscisa în lungul corzii;

- y, ordonata normală pe perete, în punctul considerat origine;

- B, rigiditatea la încovoiere, ce poate fi exprimată prin relaţia:

$$B = \frac{E\,I}{1 - \sigma^2} \qquad (124)$$

Mărimea frecvenţei de coincidenţă a elementului de construcţie se poate calcula cu expresia:

$$f_{rez} = \frac{c^2}{2\pi \sin\theta} \cdot \frac{m}{EI} \qquad (125)$$

în care θ este unghiul de incidenţă oblică a undelor sonore.

In funcţie de grosimea "d" a peretelui, frecvenţa de rezonanţă a peretelui, se poate calcula cu formula:

$$f_{rez} = \frac{c^2}{2\pi \cdot \sin^2\theta \cdot d} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot 1{,}2(1 - \sigma^2)}{E}} \qquad (126)$$

Fenomenul de coincidenţă trebuie evitat prin aceea ca frecvenţa proprie a peretelui să fie în afara frecvenţelor audibile. Astfel pentru pereţi de masă mare este necesar ca $f_{rez} < 100$ Hz, iar pentru pereţi elastici, $f_{rez} > 3200$ Hz.

La ecrane duble (pereţi cu strat de aer), există o frecvenţă de rezonanţă a ansamblului f şi frecvenţele de rezonanţă f_1 şi f_2 ale elementelor componente ale ecranului dublu, fig.212.

Frecvenţa de rezonanţă a ansamblului se poate estima pe baza expresiei, fig.213:

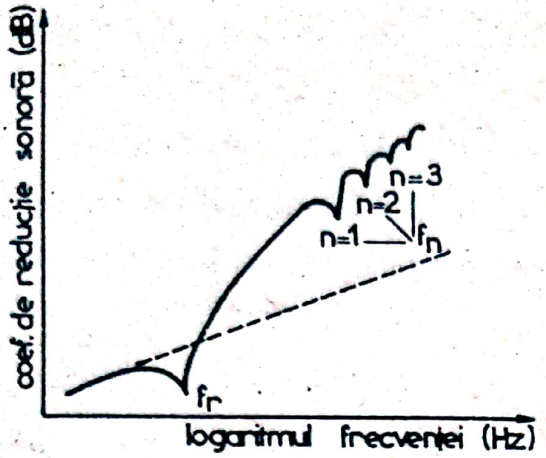


Fig.212. Variația cu frecvența a reducției sonore la un perete dublu pentru o incidență normală a sunetului

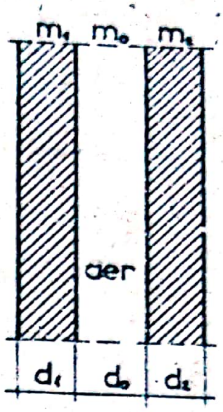


Fig.213. Elementele de calcul ale ecranului dublu

$$f_{rez} = \frac{\rho_o \cdot c}{2\pi} \sqrt{\frac{m_1 + m_2 + m_o}{m_1 \cdot m_2 \cdot m_o}} \leq 75 \text{ Hz} \qquad (127)$$

în care $m_o = \rho_o \cdot d_o$ (aer).

Pentru a se obține condiția 127, este necesar ca grosimea lamelei de aer să satisfacă relația:

$$d \text{ (cm)} > 67 \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \qquad (128)$$

în care:

m_1 și m_2, masa fiecărui strat component al peretelui dublu, în kg/m^2.

Pentru a obține o eficiență sporită a izolării fonice cu ecrane duble sînt de îndeplinit condițiile:

- Intre elementele peretelui dublu să nu existe legături rigide, astfel ca fiecare să vibreze separat.

- Legăturile între pereți și structura de rezistență a clădirii să fie elastice.

Scanned with OKEN Scanner

7. Calculul simplificat şi determinarea gradului de izolare fonică efectivă, D_{ef}, la zgomotul aerian

Gradul de izolare fonică efectiv, D_{ef}, a unui element de construcţie se poate calcula cu ajutorul unor relaţii empirice, sau se poate determina prin măsurători pe elemente experimentale, în laborator sau pe cale experimentală, direct în clădiri în funcţiune.

Prin calcul, gradul mediu efectiv de izolare fonică al pereţilor, se poate estima cu relaţiile de mai jos, în funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie:

- Pentru pereţi cu greutatea $g < 200$ kg/m^2

$$D_{ef} = 13{,}5 \log g + 13 \qquad (129)$$

în care:

- g, greutatea elementului de construcţie, în kg/m^2;
- pentru pereţi cu greutatea $g > 200$ kg/m^2

$D_{ef} = 23 \log g - 9$; $D_{ef} = 18 \log g + 8$ sau $D_{ef} = 20 \log g$ (130)

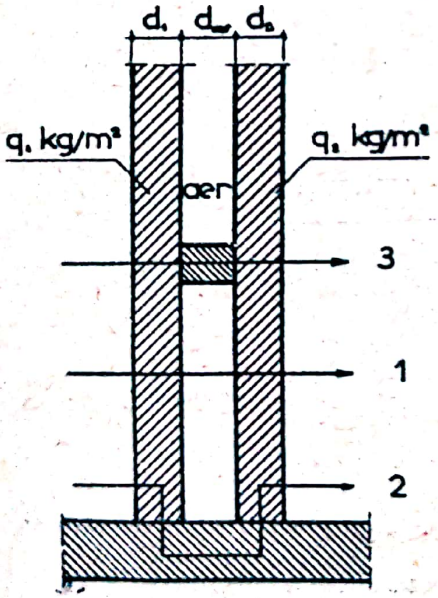


Fig.214. Gradul de izolare fonică la pereţi cu strat de aer: 1,2,3, căile de transmisie a zgomotului(direct,prin îmbinare, prin legături)

La pereţi alcătuiţi din două sau mai multe straturi (fig. 214), separate cu lamele de aer, gradul efectiv de izolare fonică depinde de transmisia zgomotului pe cale directă, indirectă şi prin rigidizări şi se calculează cu relaţiile:

- Pentru pereţi cu greutatea $g_1 + g_2 < 200$ kg/m^2

$$D_{ef} = 13{,}5 \log(g_1 + g_2) + 13 + \Delta D \qquad (131)$$

- Pentru pereţi cu greutatea $g_1 + g_2 > 200$ kg/m^2

$$D_{ef} = 23 \log (g_1 + g_2) - 9 + \Delta D \qquad (132)$$

în care:

- g_1 şi g_2 greutăţile straturilor peretelui, în kg/m^2;

-ΔD, aportul de izolare fonică a stratului de aer în funcţie de grosime, conform datelor din diagrama Dürgammer-Kammerer (fig.215).

Pentru evitarea fenomenelor de rezonanţă, grosimea stratului de aer la o structură de perete cu 2 straturi, de masă egală, se va lua $d_{aer_{min}} = \frac{1,0}{g}$ (în m) şi la structuri din 2 straturi de masă diferită, $d_{aer_{min}} = \frac{0,5}{g_{\frac{1}{2}}}$ (m)

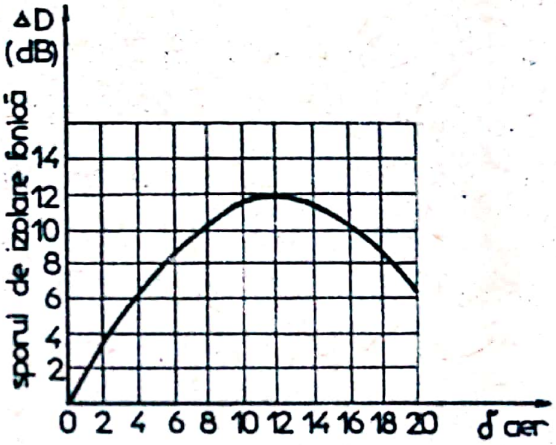


Fig.215. Izolarea fonică a stratului de aer

Izolarea fonică efectivă a unui perete poate fi estimată şi pe baza legii experimentale a masei, relaţie simplă între indicele de izolare fonică a unui perete simplu şi masa sa.

Se pleacă de la un perete cu masa 100 kg/m^2 şi se reţine că el are o capacitate acustică medie de 40 dB, la frecvenţa de 500 Hz. Dublînd masa şi plecînd de la orice valoare, gradul de izolare fonică creşte cu 4 dB. De exemplu, un perete cu g = 400 kg/m^2, prezintă indicele de izolare fonică, $D_{ef} = 40 + 2 \cdot 4 = 48$ dB, iar un perete cu g = 200 kg/m^2, $D_{ef} = 48$ dB -4 dB = 44 dB.

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică trebuie

să se ia în considerare şi absorbţia sonoră din camera de recepţie. In acest caz gradul efectiv de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S} \qquad (133)$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică, real, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică, fără influenţa absorbţiei acustice, în dB;
- A, absorbţia acustică totală a încăperii, în m^2;
- S, suprafaţa elementului de construcţie pentru care se determină gradul de izolare fonică, în m^2.

Valorile indicilor de izolare fonică, determinaţi cu relaţiile de mai sus, se consideră valori medii pentru frecvenţa de 500 Hz, care este media geometrică a frecvenţelor 50 Hz şi 5000 Hz.

Gradul de izolare fonică efectiv, în funcţie şi de frecvenţă, se poate calcula cu expresia:

$$D_{ef} = 18 \log g + 12 \log f - 25 \qquad (134)$$

Frecvenţa de rezonanţă (coincidenţă) a unui element de construcţie, de grosime d, în cm, se poate calcula cu expresia:

$$f_{rez} = \frac{20.000}{d} \sqrt{\frac{\rho}{E}} \qquad (135)$$

în care ρ şi E reprezintă greutatea volumetrică aparentă în kg/m^3 şi E, modulul de deformaţie al materialului în kg/cm^2.

La pereţi cu lamelă de aer se va calcula frecvenţa de rezonanţă a peretelui dublu cu relaţia:

$$f_{rez} = \frac{120}{\sqrt{g \cdot d_{aer}}} \qquad (136)$$

în care:

- g, masa totală a peretelui despărţitor din 2 straturi egale, în kg/m^2;
- d_{aer}, grosimea lamelei de aer, în m;

In cazul straturilor de greutăţi diferite se va folosi relaţia:

$$f_{rez} = 50\sqrt{\frac{E}{d_{ser}}\left(\frac{1}{g_1}+\frac{1}{g_2}\right)} \qquad (137)$$

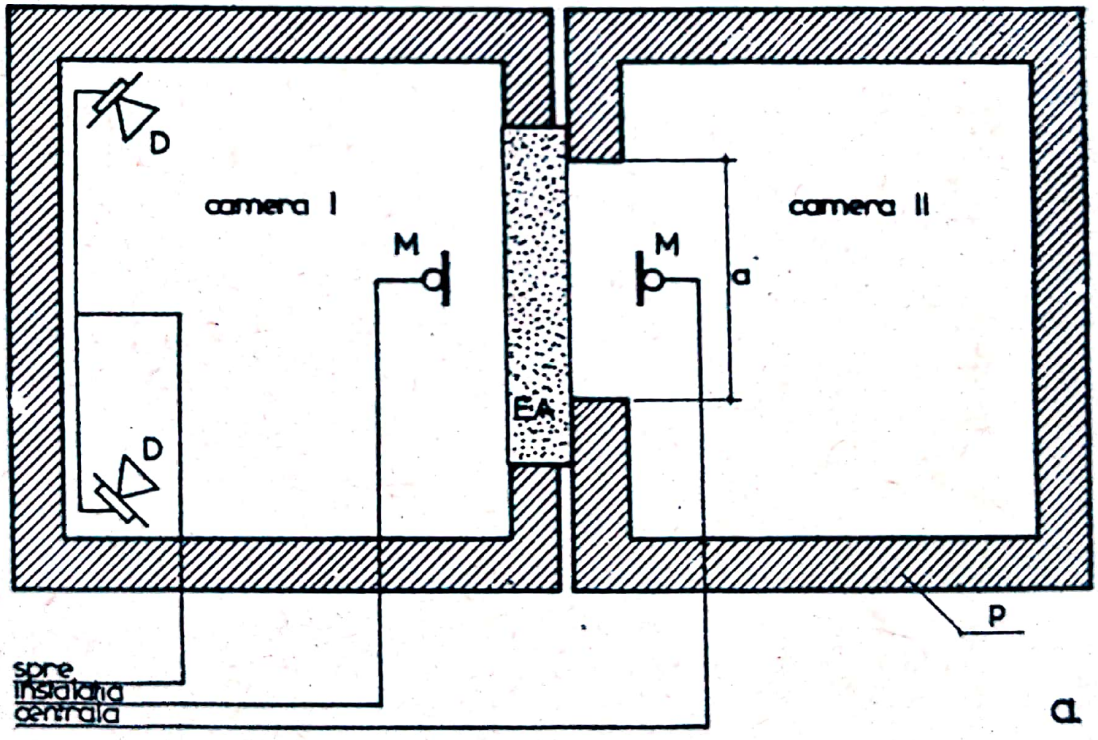
în care:

- E, modulul de elasticitate dinamic al aerului, egal cu 1,45 kg/cm^2.

Eficienţa izolării fonice a elementului de construcţie compus este asigurată pentru valori superioare frecvenţei limită, definită de relaţia:

$$f_{lim} = 2\, f_{rez} \qquad (138)$$

Determinarea pe cale experimentală a gradului de izolare fonică se bazează pe emisia sunetelor în domeniul de frecvenţe



a

Fig.216. Schema instalaţiei pentru determinarea gradului de izolare fonică la transmisia zgomotului aerian D-difuzor; M-microfon; EA-element de probă la transmisia zgomotului aerian; P-pereţi cu capacitate de izolare acustică ridicată

100-3200 Hz, cu nivel de intensitate sonoră superior nivelului zgomotului atenuat în camera de recepţie. Măsurătorile se pot efectua în camere laborator pe elemente (fig.216) sau la clădiri în exploatare.

In fig.217, se prezintă schema instalaţiei de emisie a zgomotului alcătuită din generator de ton, amplificator, difuzor şi microfon şi schema instalaţiei de recepţie alcătuită din microfon, amplificator, filtru şi fonometru. Prin comutarea instalaţiei de măsurare cu camera de emisie şi recepţie se măsoară nivelele de intensitate L_1 şi L_2 în cele două încăperi I, II.

Microfonul este partea cea mai sensibilă din complexul electroacustic de recepţie. Sînt indicate microfoanele Neumann tip condensator, omnidirecţional, cu caracteristică de liniaritate pentru toate benzile de frecvenţă, etalonate cu ocazia fiecărei măsurători, cu ajutorul unei surse etalon de excitare.

Amplificatoarele nu trebuie să introducă paraziţi la un nivel care ar perturba sunetele preluate şi amplificate şi să păstreze acelaşi raport de amplificare pentru toate frecvenţele domeniului de lucru. Difuzoarele joacă rol de traductori care transformă energia acustică şi trebuie să aibă o putere de 12,5 ...25 W fiecare.

Indicele experimental efectiv de izolare fonică al unui element de construcţie poate fi considerat în următoarele accepţiuni:

a) indicele de izolare brută, care se defineşte ca diferenţă dintre nivelele de presiune acustică medie din încăperea în care se emite sunetul (L_1) şi încăperea în care se recepţionează (L_2), conform cu relaţia:

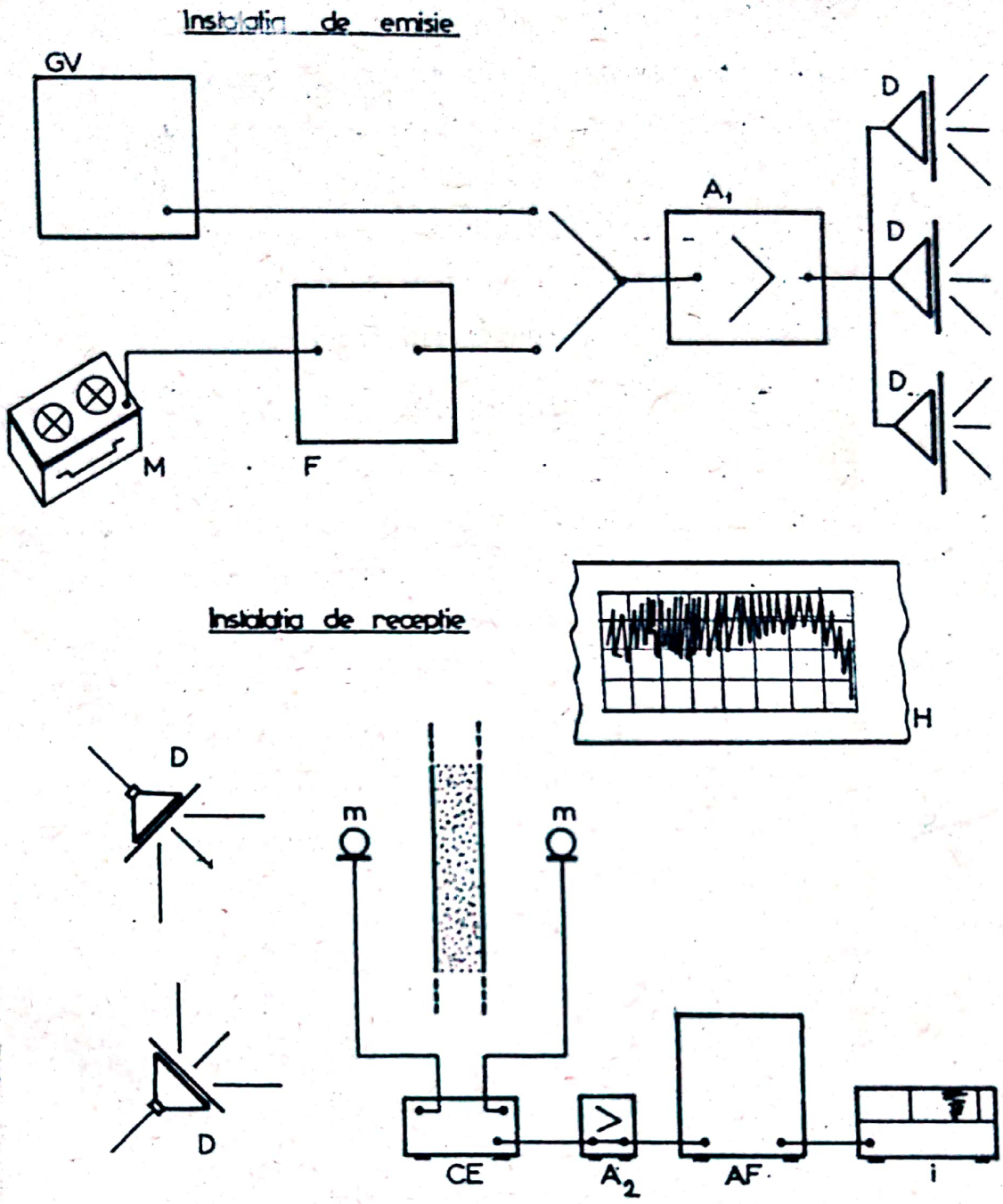


Fig.217. Instalaţia pentru măsurarea gradului de izolare acustică la transmisia zgomotului aerian, GV - generator ton; F-filtru; M-magnetofon; A_1,A_2 A-amplificator; D-difuzor; m-microfon; CE-comutator; AF-amplificator filtru; i-înregistrator rapid de nivel; H- oscilograma zgomotului

$$D_b = L_1 - L_2 \qquad (139)$$

Indicele de izolare brută D_b nu caracterizează riguros

izolarea fonică dată de elementele de construcţie deoarece nu cuprinde influenţa absorbţiei acustice a încăperii.

b) Indicele standard de izolare fonică defineşte izolarea fonică a unui element de construcţie la o încăpere de recepţie cu capacitatea echivalentă de absorbţie de 10 m^2, ceea ce corespunde capacităţii medii de absorbţie acustică la încăperi mobilate normal. Se calculează cu expresia:

$$D_s = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{A_o}{A} \qquad (140)$$

în care:

- A, suprafaţa de absorbţie echivalentă a încăperilor de recepţie;

- A_o, suprafaţa de absorbţie echivalentă de referinţă, considerată egală, în medie cu 10 m^2.

Factorul de corecţie $10 \log \frac{A_o}{A}$ este reprezentat adesea sub o formă echivalentă: $10 \log \frac{T}{T_o}$, în care T_o este timpul de reverberaţie egal cu 0,5 sec, iar T calculat cu relaţia $T = \frac{0,164.V}{A}$

în care:

- V, volumul încăperii în m^3;

- A_o = 10 m^2 absorbţia medie a unei încăperi de locuit,

c) Indicele de izolare acustică sau reducţie sonoră, calculat cu una din relaţiile 141,142.

$$R = 10 \cdot \log \frac{W_1}{W_2} \qquad (141)$$

în care:

- W_1, energia sonoră emisă, în dB;

- W_2, energia recepţionată, în dB.

Cînd peretele separă două încăperi învecinate, indicele de reducţie sonoră este dat de relaţia:

$$R = L_1 - L_2 + 10.\log \frac{A}{S} \qquad (142)$$

în care:

- S, suprafaţa peretelui, în m^2.

Dimensionarea gradului de izolare fonică la zgomotul aerian constă în verificarea inegalităţii:

$$R > D_{nec} \qquad (143)$$

Indicii de reducţie fonică în funcţie de frecvenţă, sînt prezentaţi în graficile din fig.218. Curbele a, b, c, d, e, f, g din diagramă corespund valorilor minime ale indicelui de reducţie fonică pentru frecvenţa de 800 Hz, avînd valorile respectiv 53, 48, 43, 35,30, 25 dB în funcţie de tipul elementului de construcţie. Rezultatele situate deasupra unei curbe caracterizează zona favorabilă, corespunzătoare elementului de construcţie considerat.

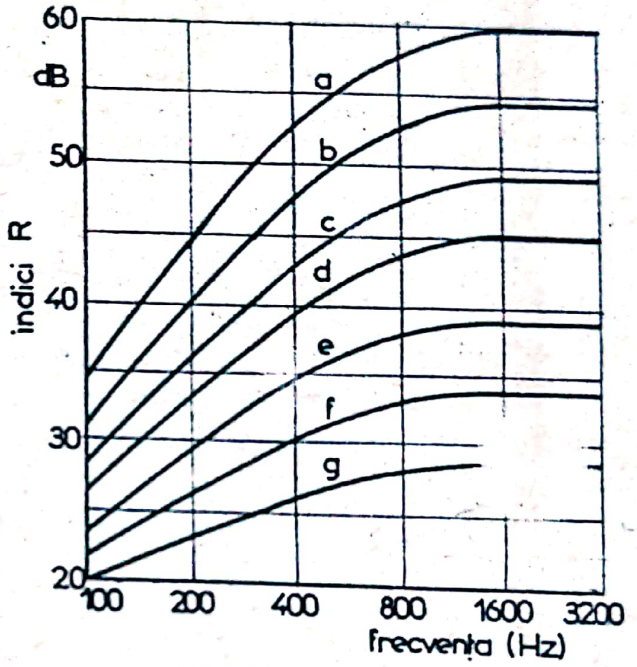


Fig.218. Indici de reducţie sonoră R în funcţie de frecvenţă (valori minime), conform STAS 6156-60. Curbele a,b,c,d,e,f şi g corespund valorilor medii de 53, 48, 40, 35, 30 şi 25 dB. a) pereţi exteriori fără ferestre, la spitale; b) pereţi exteriori la locuinţe; c) pereţi interiori la spitale; d) pereţi interiori la locuinţe; e) pereţi exteriori cu ferestre; f) ferestre duble; g) uşi duble

După normele franceze 63-66/1964, indicele mediu de izolare standard, în benzi de frecvenţe, trebuie să

Tabelul 18

Valorile indicilor R de atenuare acustică conform STAS 6156-60

Nr. crt.	Descrierea elementelor de construcţie	Grosimea totală cm	Greutatea totală Kgf/m^2	Indicile de atenuare R (valori medii dB
1.	Pereţi simpli din: zidărie de cărămizi pline, tencuită pe ambele feţe:			
	- 1/4 cărămidă.....	10	180	42 x)
	- 1/2 cărămidă.....	15	240	46
	- 1 cărămidă.....	28	500	50
	- 1½ cărămizi.....	40	720	53
	- 2 cărămizi.....	53	950	55
2.	Zidărie de cărămizi găurite pe ambele feţe (găurile numai în interiorul peretelui):			
	- 1/4 cărămidă.....	10	140	40
	- 1/2 cărămidă.....	15	210	40
	- 1 cărămidă.....	28	400	48
3.	Plăci de ipsos cu zgură, tencuite pe ambele feţe.....	10	140	41
4.	Plăci de beton cu zgură, idem	10	180	44
5.	Plăci de beton uşor, idem...	10	100	38
6.	Plăci stufit 5 cm grosime, idem	8	100	40
7.	Două straturi de plăci de stufit, de 5 cm grosime, lipite cu un strat de mortar, tencuit pe feţele exterioare.....	16	160	46

x) In cazul execuţiei zidăriei de mortar de ciment şi a tencuielilor de mortar de var cu adaos de ciment, indicii R se măresc la 44, respectiv 48 dB.

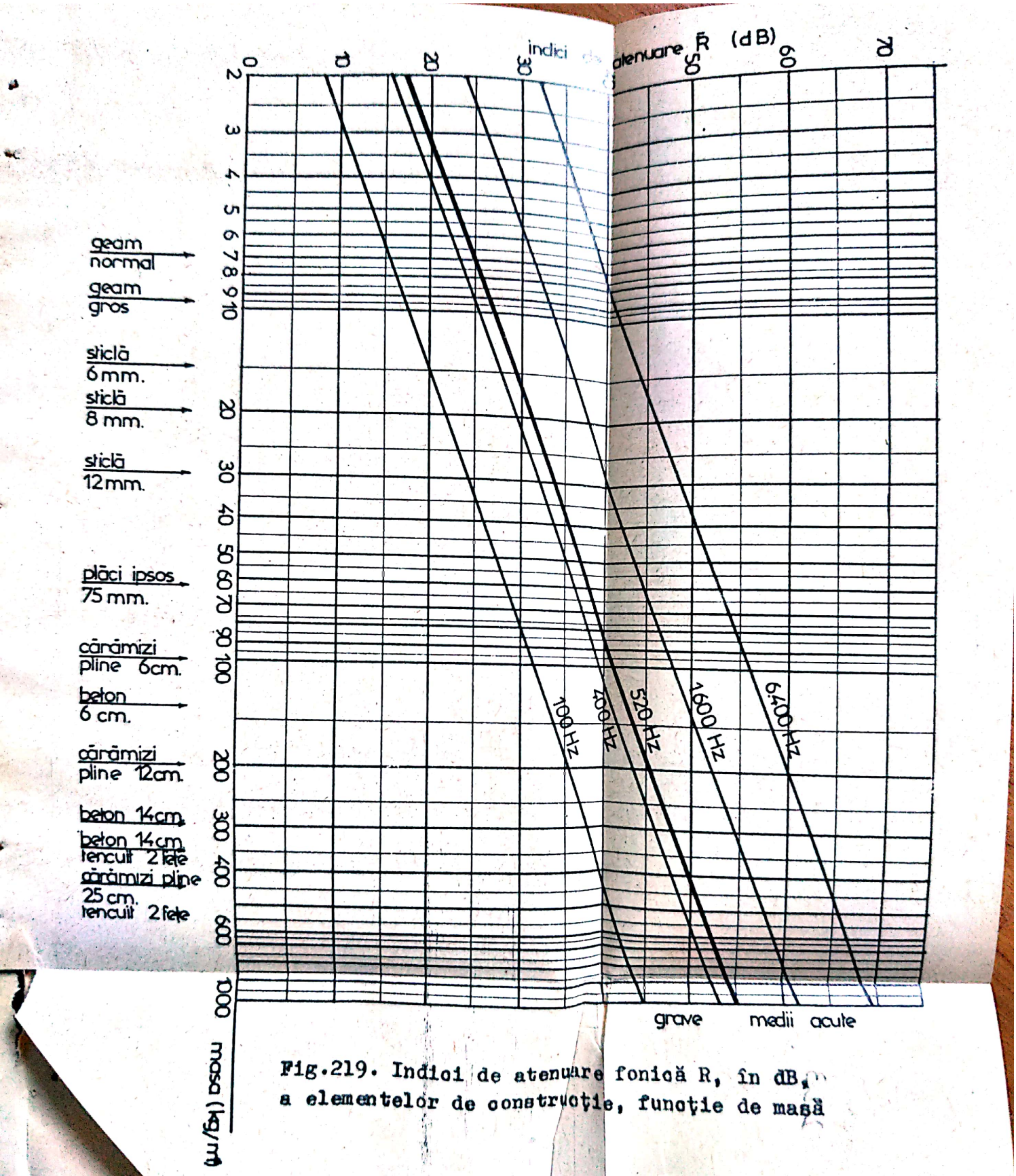


Fig.219. Indici de atenuare fonică R, în dB, a elementelor de construcție, funcție de masă

prezinte valorile minime, la construcţii de locuinţe, astfel:

- 36 dB pentru domeniul 100..... 320 Hz;
- 48 dB pentru domeniul 400..... 1250 Hz;
- 54 dB pentru domeniul 1600..... 3200 Hz.

La încăperi la care nivelul acustic admisibil este mai ridicat, gradul mediu necesar de izolare fonică se ia 35 dB. La încăperi la care nivelul acustic admisibil este redus (studiouri, săli concerte), valoarea medie necesară a gradului de izolare fonică se ia 60-65 dB.

Capacitatea de izolare fonică efectivă a elementelor de construcţie, în funcţie de masă este prezentată în diagramele din fig.219.

In conformitate cu STAS 6156-60 se prezintă, în tabelul 18, valorile indicilor R de atenuare acustică pentru elemente de construcţie în funcţie de natura lor şi destinaţia clădirilor.

In fig.220 se prezintă valorile indicilor D_s determinaţi

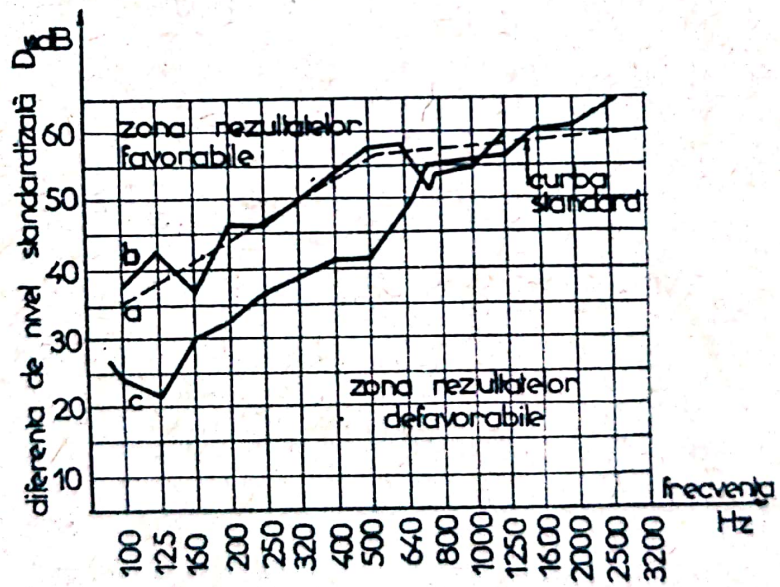


Fig.220. Indici de atenuare la transmisia zgomotelor aeriene pentru clădiri de locuit a)curba standard; b)indici D_s pentru bloc de locuinţe cu structură din beton armat monolit; c)indici D_s pentru clădiri de locuit cu structură din panouri mari din beton armat.

pe cale experimentală de către catedra de Construcţii de la Institutul politehnic Iaşi, la o clădire de locuit cu structură din beton armat monolit (curba b) şi la altă clădire de locuit cu o structură din panouri mari de beton armat (curba c). Se observă că pentru frecvenţe sub 1250 Hz curba izolării fonice standard pentru a doua clădire este situată în zona rezultatelor defavorabile.

8. Atenuarea zgomotului aerian prin ferestre şi uşi

Atenuarea acustică a pereţilor cu ferestre sau uşi prezintă importanţă deosebită deoarece aceste elemente de construcţie influenţează direct acţiunea zgomotului străzilor, caselor de scări şi din locuinţa însăşi. Tendinţa proiectării unor ferestre şi uşi de dimensiuni mari, din sticlă, subliniază importanţa cunoaşterii caracteristicilor de izolare acustică a pereţilor şi uşilor.

Indicile de atenuare a unui perete combinat cu fereastră sau uşă se calculează cu expresia:

$$R_t = R_1 - 10 \log \frac{\frac{S_1}{S_2} + 10^{\frac{R_1 - R_2}{10}}}{1 + \frac{S_1}{S_2}} \qquad (144)$$

din care:

- R_t, indicile total de atenuare acustică a peretelui combinat, în dB;
- R_1, indicile de atenuare acustică a peretelui fără tîmplărie, în dB;
- R_2, indicile de atenuare a ferestrei sau uşii, în dB;

- S_1, suprafaţa peretelui, fig.221, fără tîmplărie, în m^2;

- S_2, suprafaţa ferestrelor sau uşilor din perete, în m^2;

Dacă se notează cu R valoarea ateuării cu care se diminuează coeficientul de izolare acustică al peretelui datorită tîmplăriei se obţine relaţia:

$$R_t = R_1 - R \qquad (145)$$

Pentru cazurile practice este suficientă relaţia aproximativă:

$$R_t = R_2 + 10 \log \frac{S_1}{S_2} \qquad (145 \text{ bis})$$

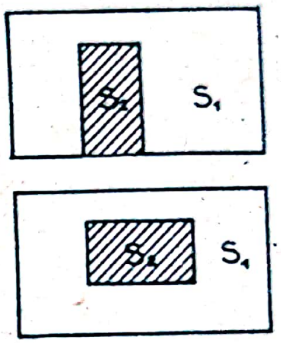


Fig.221. Atenuarea fonică a peretelui cu tîmplărie: a) perete cu uşă; b) perete cu fereastră

Această relaţie arată că coeficientul de atenuare acustică al tîmplăriei R_2 şi raportul $\frac{S_1}{S_2}$ caracterizează valoarea R_t. Atenuarea totală a peretelui cu tîmplărie poate fi îmbunătăţită esenţial prin îmbunătăţirea atenuării pereţilor şi uşilor. Astfel pentru $R_2 = 0$ şi $\frac{S_1}{S_2} = 10$,

$$R_t = 10 \text{ dB pentru } \frac{S_1}{S_2} = 3,\ R_t = 5 \text{ dB.}$$

Relaţia de mai sus este valabilă în limitele de aproximaţie de $\pm$ 1 dB

$$-1 \leqslant (R - R_{aprox}) \leqslant +1 \qquad (146)$$

în care:

- R, scăderea exactă a atenuării din termenul 2 al relaţiei de mai sus.

- R_{aprox}, scăderea aproximativă a atenuării dată de relaţia:

$$R_{aprox} = R_1 - R_2 - 10 \log \frac{S_1}{S_2} \qquad (147)$$

Acţiunea pereţilor compuşi pentru observatorul din camera ce trebuie protejată acustic este dată de diferenţa de intensitate acustică $D = L_1 - L_2$, dintre camera de emisie şi de recepţie, care la rîndul său e dată de atenuarea totală R_t, de suprafaţă totală $S_1 + S_2$ şi de absorbţia acustică din camera de recepţie conform relaţiei:

$$D = L_1 - L_2 = R_t - 10 \log \frac{S_1 + S_2}{A} \qquad (148)$$

- D, diferenţa de nivel a intensităţii sonore, în dB;
- L_1, nivelul de intensitate acustică, în camera de emisie, în dB;
- L_2, nivelul în camera de recepţie, în dB;
- R_t, coeficientul de atenuare acustică a peretelui cu tîmplărie, în dB;
- S_1, suprafaţa peretelui fără tîmplărie, în m^2;
- S_2, suprafaţa tîmplăriei, în m^2;
- A, absorbţia acustică în m^2, conform relaţiei:

$$A = a_1 \cdot S_1 + a_2 \cdot S_2 + \ldots\ldots \qquad (149)$$

Curba de atenuare a peretelui combinat urmează a fi analizată comparativ cu curba admisibilă pentru zgomotul perturbator, fig.222.

Pentru ridicarea gradului de atenuare acustică a tîmplăriei, a uşilor şi ferestrelor se pot folosi garnituri de etanşare între cercevele, foi şi toc, fig.223, din materiale elastice micşorîndu-se pe această cale acţiunea negativă a punţilor acustice. La ferestre se pot folosi perdele, draperii, obloane, geamuri de grosimi mai mari, 4...6 mm, diferite la interior şi exterior, ceea ce contribuie la creşterea atenuării zgomotu-

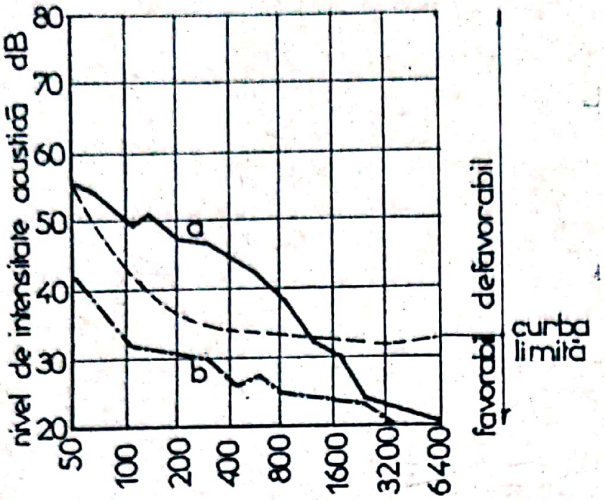
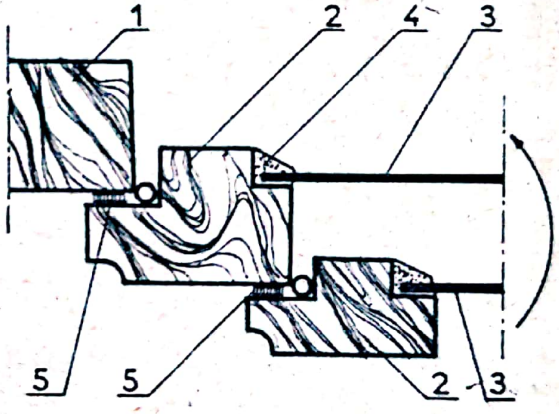


Fig.222. Curba de atenuare acustică admisibilă pentru perete cu tîmplărie

lui. Capacitatea de izolare acustică a uşilor este influenţată sensibil de modul de alcătuire a foii, de materialele folosite, de structura în straturi a uşii, de greutatea sa pe m^2.

Fig.223

Etanşarea acustică a tîmplăriei cu garnituri elastice: a) uşă; b) fereastră; 1-prag; 2-foaia uşii; 3-cauciuc; 4-toc; 5-cercevea; 6-geam; 7-chit; 8-garnitură elastică



16. Elemente constructive ale pereţilor

Cerinţele de exploatare şi de estetică ale clădirilor, necesitatea conlucrării pereţilor şi a planşeelor la solicitări seismice şi asigurarea contra fisurării datorită variaţiilor de temperatură sau tasărilor fundaţiilor, cerinţele de ventilare naturală şi de iluminare implică adoptarea unor elemente constructive la pereţi. Principalele elemente constructive ale pereţilor sînt:

- elementele golurilor pentru ferestre şi uşi;
- buiandrugi;
- ancoraje şi centuri;
- coşuri de fum şi canale de ventilaţii;
- cornişe şi aticuri;
- socluri;
- rosturi de deformaţii şi tasare.

16.1. Elementele golurilor pentru ferestre şi uşi

Pentru asigurarea iluminării şi ventilaţiei naturale a încăperilor sînt necesare ferestre iar pentru desevirea accesului şi circulaţiei în clădiri sînt necesare uşi. Golurile pentru ferestre şi uşi sînt delimitate de elemente constructive care asigură legătura şi fixarea tocului de zidăria peretelui, susţin peretele de deasupra golurilor şi asigură îndepărtarea apelor din precipitaţii ce se scurg pe suprafaţa exterioară a ferestrelor şi pereţilor.

Poziţia golurilor de ferestre, în faţada clădirii şi faţă de pardoseală este funcţie de destinaţia clădirii, de cerinţele de iluminare, şi estetico-arhitecturale.

Porţiunea de perete de sub fereastră poartă denumirea de parapet (fig.224). La clădiri civile înălţimea parapetului se ia 0,80...1,20 m. La clădiri industriale înălţimea parapetului poate fi de 1,50...2,20 m. Pentru montarea elementelor de cafer, parapetul prezintă o nişă care la pereţi de zidărie de cărămidă se ia 12,5 cm.

Părţile laterale ale golurilor pentru ferestre se numesc glafuri. Se disting glafurile laterale, verticale şi glaful orizontal de la partea superioară a golurilor. Pentru a se asigura fixarea tocurilor ferestrelor glafurile se prevăd cu spa-

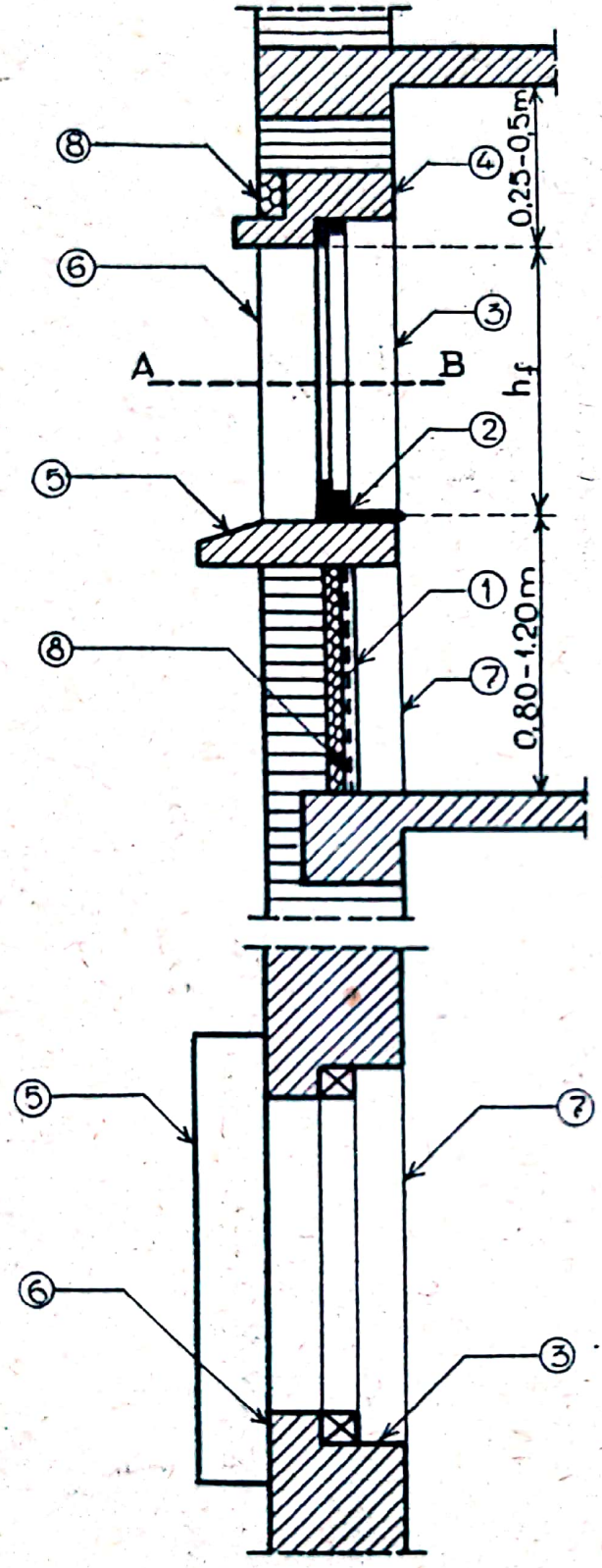


Fig.224. Elemente ale golurilor de fereastră 1.parapet; 2.glaf orizontal; 3.glaf vertical; 4.buiandrug; 5.solbanc; 6.spalet; 7. nișă, 8.termoizolație.

let (fig.225) laterali și orizontal, la partea superioară.

Realizarea nișelor pentru calorifer conduce la micșorarea grosimii zidăriei pe înălțimea parapetului. Pentru micșorarea pierderilor de căldură suplimentare se prevede izolarea termică a nișelor, fig.226 și protecția interioară cu tencuială pe rabiț. Grosimea termoizolației rezultă din relația:

$$d_{iz} = \lambda_{iz}\left(R_{o\ nec} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{d_z}{\lambda_z} - \frac{d_t}{\lambda_t}\right) \quad (150)$$

După poziția spaleților față de axul zidurilor se disting:

- spaleți interiori (fig.217 a);
- spaleți centrali (fig.217 b);

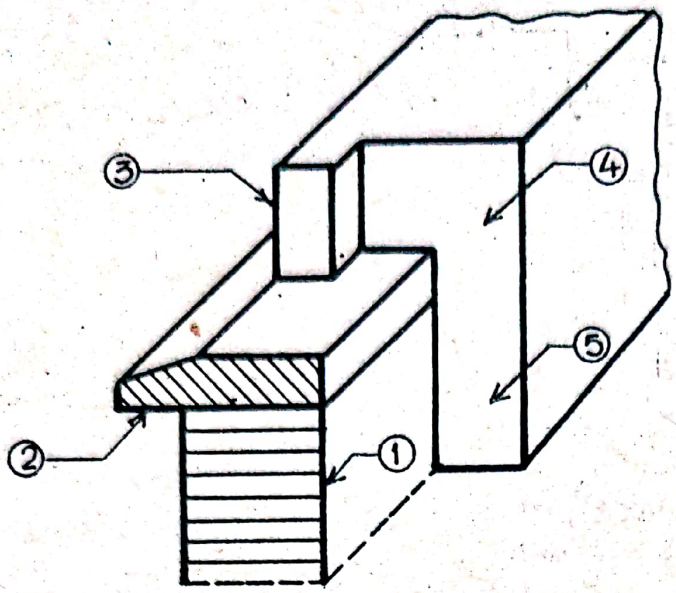


Fig.225
Elemente ale parapetului
1.parapet;
2.solbanc;
3.spalet;
4.glaf;
5.nişă

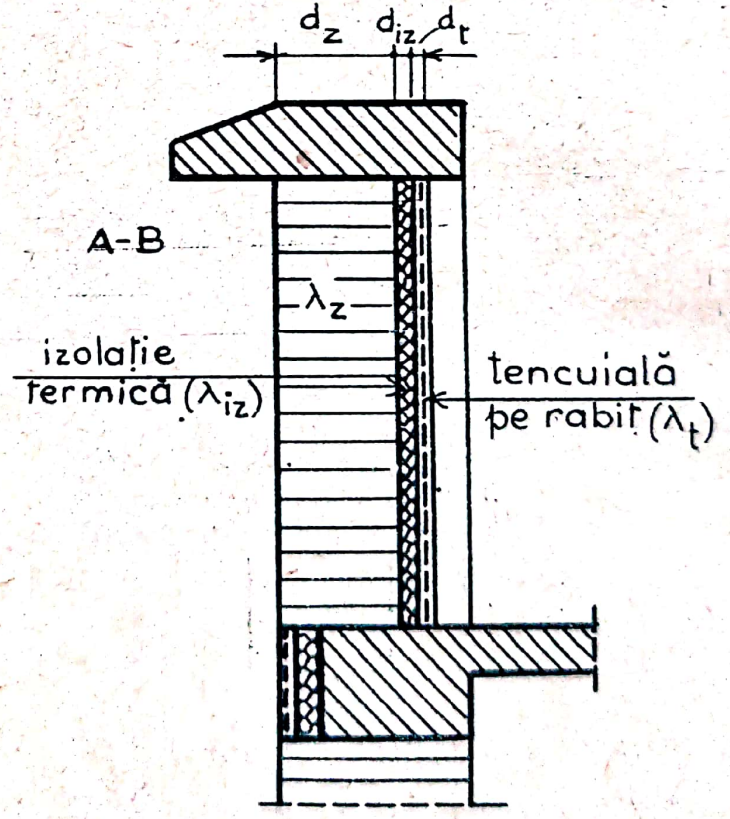


Fig.226
Izolaţia termică a parapetului

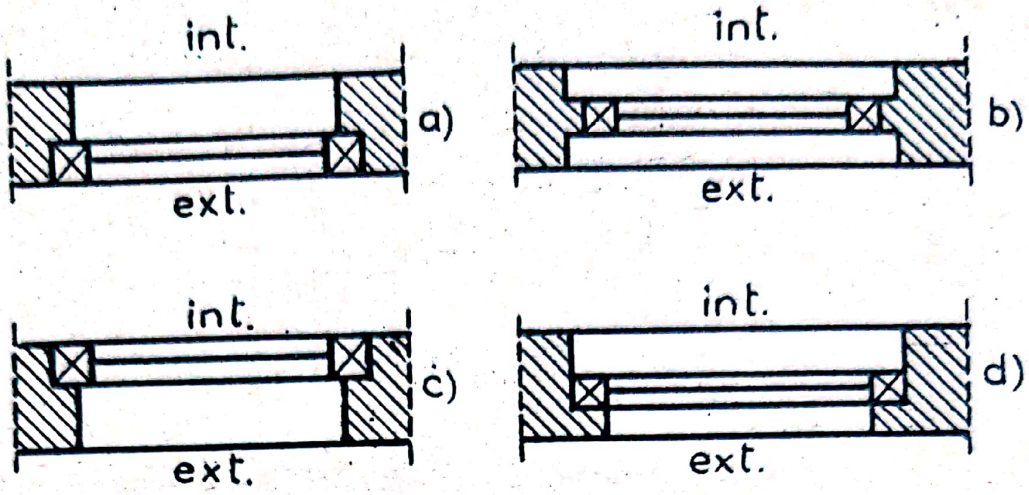


Fig.227. Poziţia şpaleţilor în pereţi

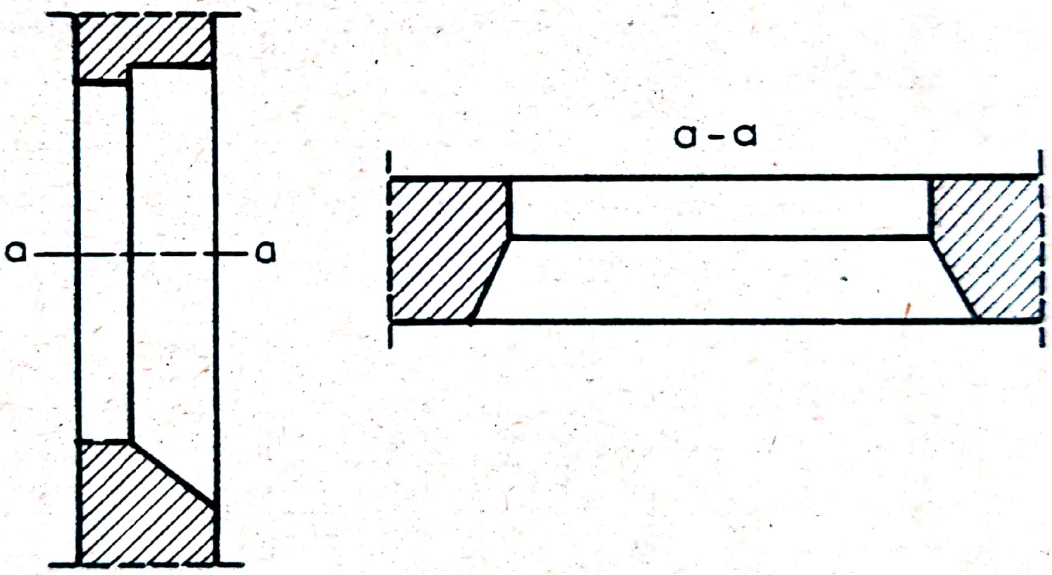


Fig.228. Glafuri teşite spre interior

- şpaleţi exteriori (fig.217 c,d).

La pereţi exteriori, în special la subsol, glafurile se execută teşite spre interior pentru a mări luminozitatea încăperilor (fig.228).

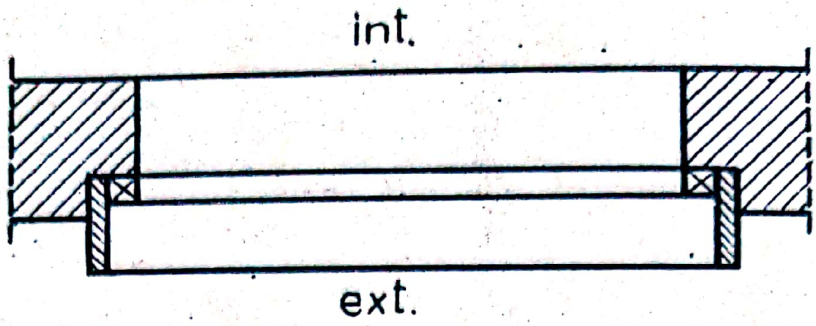


Fig.229. Ancadrament de fereastră

Din motive arhitecturale şi pentru protecţia ferestrelor, golurile se prevăd cu ancadramente din zidărie de cărămidă, piatră, tencuială sau din prefabricate de beton armat (fig.229).

Pentru fixarea tocurilor ferestrelor şi uşilor se prevăd ghermele în glafurile verticale (fig.23o). Ghermenele se realizează din lemn de tufan, stejar, de secţiune 7 x 9 cm şi ℓ =12 ...37,5 cm, în funcţie de grosimea pereţilor. Pentru a rezista la acţiunea umidităţii se impermeabilizează cu carbolineum. Pe înălţimea tocului ferestrei se montează 2-3 ghermele.

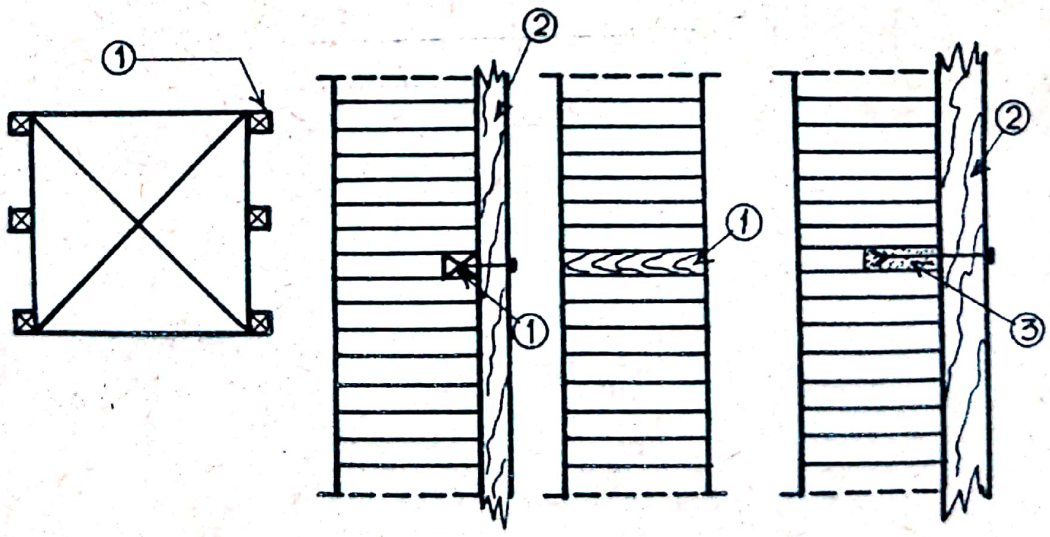


Fig.230. Ghermele 1 - ghermea de lemn; 2 - toc
3 - mortar de ciment

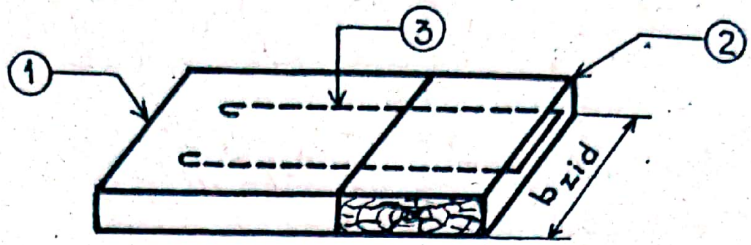


Fig.231. Ghermea din beton şi lemn
1 - beton; 2 - lemn; 3 - ancoraj

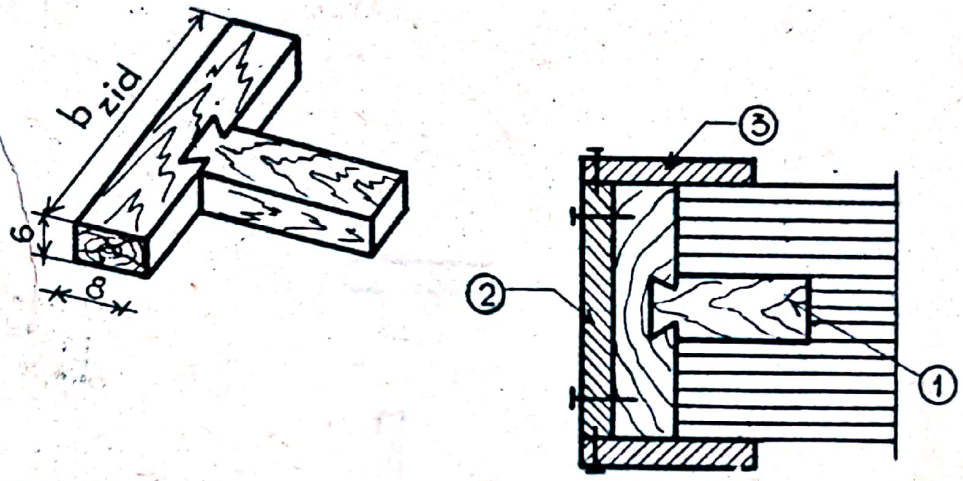


Fig.232. Ghermea în T
1-ghermea; 2-căptuşeală;
3 - pervaz

La uşi se folosesc ghermele bine ancorate în pereţi pentru a asigura fixarea necesară. Se pot folosi ghermele mixte de beton şi lemn (fig.231) şi ghermele în T (fig.232), din două elemente îmbinate în coadă de rîndunică, indicate în special la uşi cu căptuşeli şi pervazuri. La grosimi mari de pereţi se pot folosi ghermele duble solidarizate cu platbande metalice (fig.233). La clădiri în zone seismice precum şi din motive arhitectonice, distanţa golurilor de ferestre faţă de extremitatea colţurilor se va lua minimum 1,50 m. La amplasarea golurilor de uşi se vor asigura spaleţi în pereţi de cel puţin 7...9 cm pentru pervazuri înguste şi de cel puţin 11...14 cm pentru pervazuri late (fig.234 a).

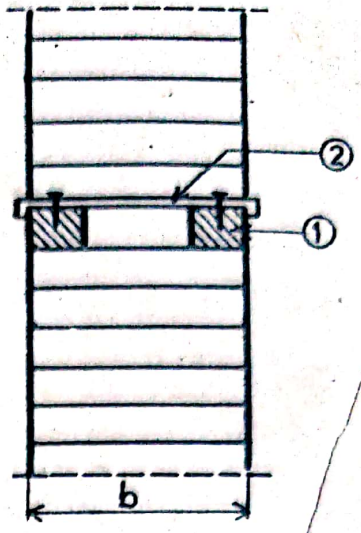


Fig.233
Ghermele solidarizate cu platbande 1 - ghermele de lemn
2 - platbandă

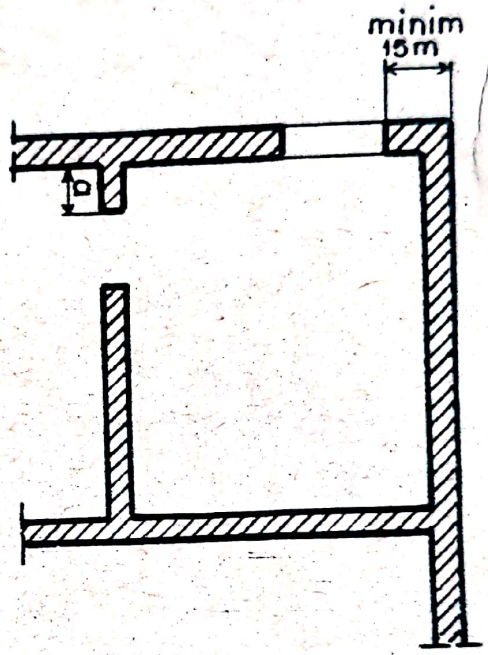


Fig.234
Poziţia golurilor de ferestre şi uşi

Partea superioară a parapetului, ieşindă faţă de perete, cu rol de protecţie a acestuia, se numeşte solbană. După natura materialului din care se realizează, solbancul poate fi:

- din zidărie de cărămidă, dispusă pe lat, tencuită (fig. 235 a) cu mortar de ciment;
- din cărămizi teşite sub formă de zidării aparente (fig. 235 b) şi rostuială din mortar de ciment;
- din cărămizi pe cant (fig.235 c);
- din piatră prelucrată rostuită cu mortar de ciment

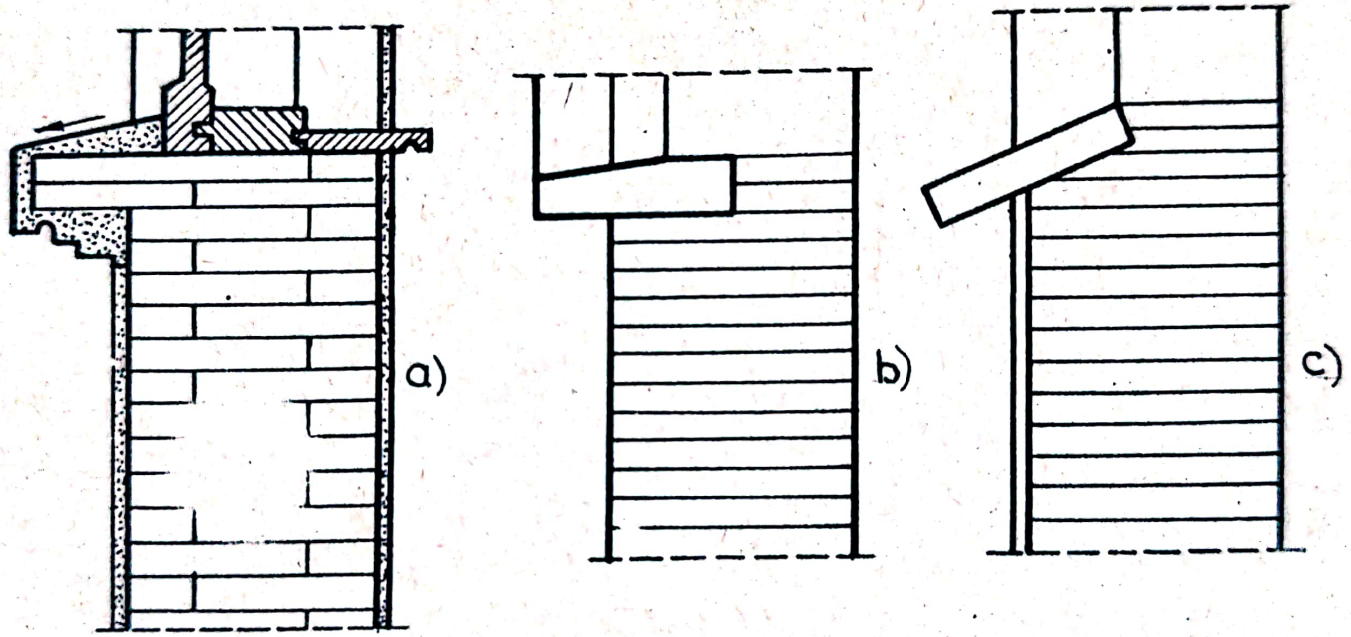


Fig.235. Solbanc din zidărie de cărămidă

a) din zidărie în consolă şi tencuială; b) din cărămizi teşite;

c) din cărămizi pe cant

Scanned with OKEN Scanner

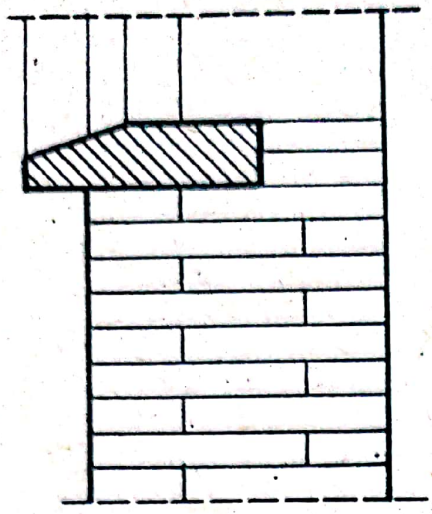


Fig.236. Solbanc de piatră

(fig.236);

- din beton sclivisit cu ciment şi protejat cu şorţ de tablă galvanizată, fixat în dibluri de lemn în beton (fig.237).

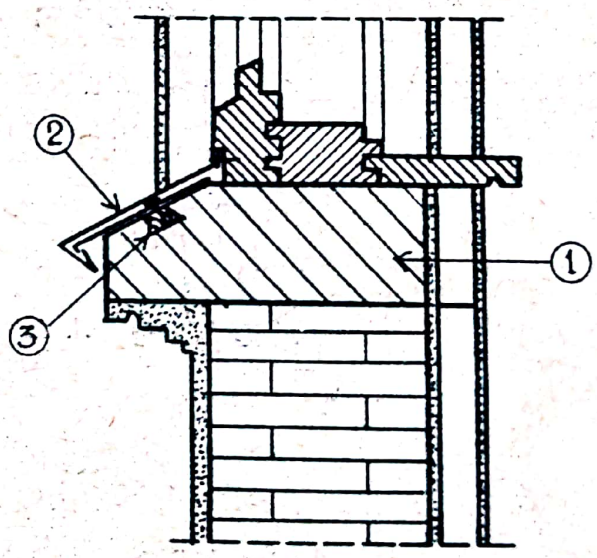


Fig.237
Solbanc de beton şi şorţ de tablă
1 - solbanc beton;
2 - şorţ tablă;
3 - diblu

16.2. Buiandrugi

Elementul de rezistenţă prevăzut deasupra golurilor de ferestre, uşi sau porţi cu rolul de a susţine construcţia de deasupra acestor deschideri, se numeşte buiandrug. După natura materialelor din care se pot realiza, se disting:

- buiandrugi de lemn;
- buiandrugi din piatră naturală;

Scanned with OKEN Scanner

- buiandrugi din zidărie de cărămidă şi zidărie armată;
- buiandrungi metalici;
- buiandrugi de beton şi beton armat.

16.2.1. Buiandrugii din lemn se folosesc la deschideri şi grosimi mici ale pereţilor din zidării. Se pot realiza din lemn ecarisat sau semirotund (fig.238), tratat cu carbolineum pentru protecţia contra umidităţii. Lăţimea buiandrugilor se ia egală cu lăţimea zidurilor şi deschiderea egală cu lumina la care se adaogă 2 x (15...20) cm. La pereţi tasabili se prevede spaţiul "s" de 5...6 cm pentru a permite deformarea pe verticală a acestora, evitîndu-se fisurarea.

La deschideri mai mari de 1,0 m se folosesc buiandrugi de lemn cu arce de descărcare din zidărie de cărămidă. Spaţiul dintre buiandrug şi arc se completează cu umplutură din zidărie de cărămidă (fig.239).

Buiandrugii de lemn prezintă dezavantajul de a fi sensibili la umiditate. Pentru a permite aderenţa tencuielii se foloseşte rabiţ sau trestie care se fixează de buiandrug şi zidărie.

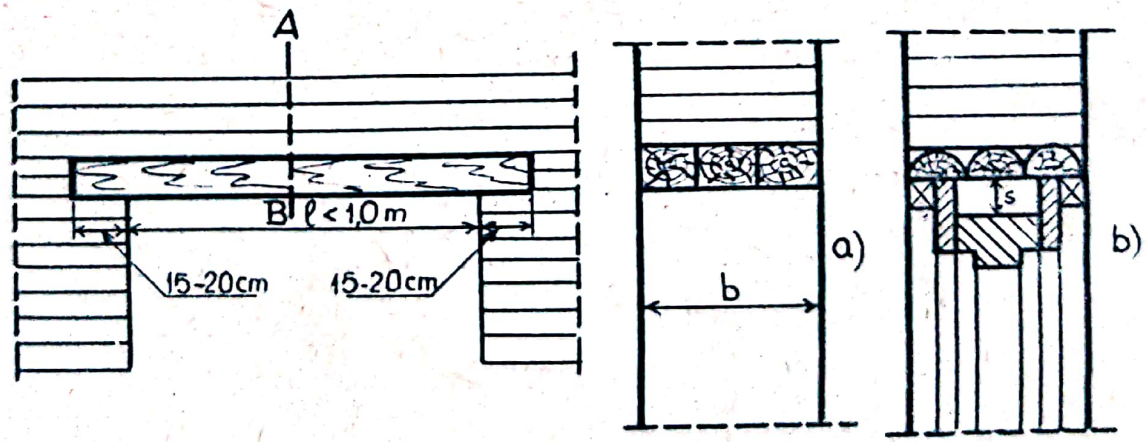


Fig.238. Buiandrugi de lemn

a) lemn ecarisat; b) lemn rotund; s - spaţiu de tasare

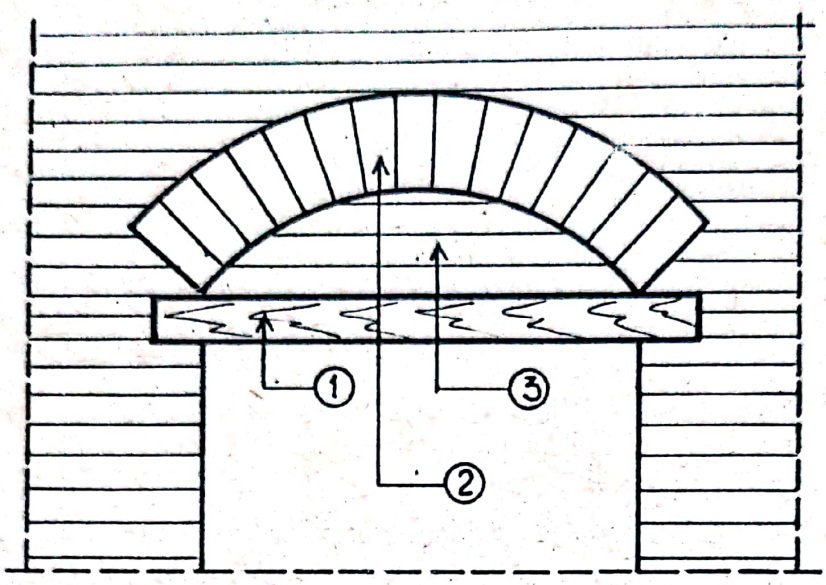


Fig.239. Buiandrug de lemn cu arc de descărcare
1-buiandrug lemn; 2- arc de zidărie; 3- zidărie de umplutură

16.2.2. <u>Buiandrugii de piatră</u> se folosesc pe scară redusă în prezent datorită volumului mare de manoperă necesară pentru prelucrarea materialelor. Se pot utiliza sub formă de grinzi drepte sau arce din bolţari de piatră talie. Se utilizează la construcţii cu parament de piatră naturală, placaj ceramic sau de zidărie aparentă rostuită.

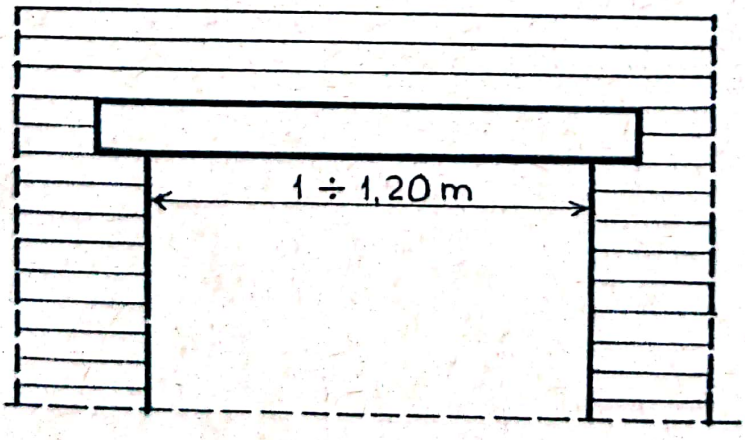


Fig.240. Buiandrug din grindă de piatră

Scanned with OKEN Scanner

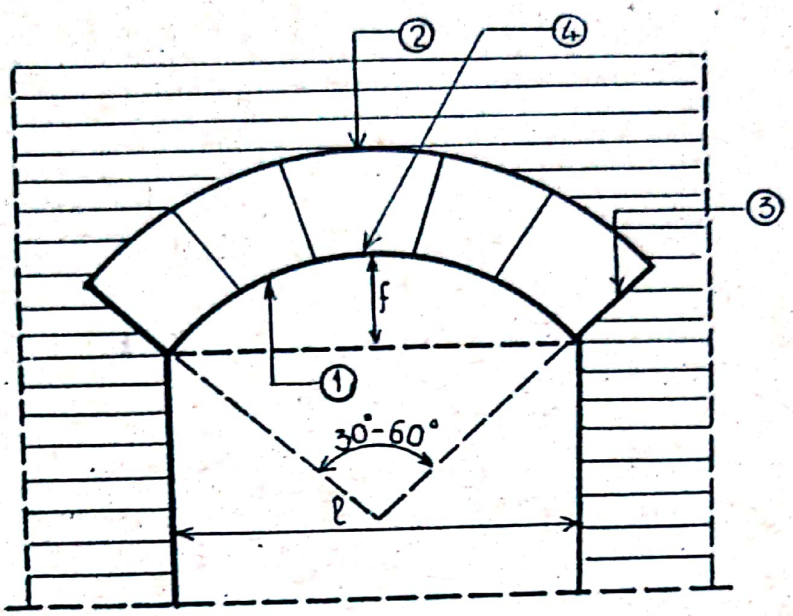


Fig.241. Buiandrug din arc de piatră

1 - intrados; 2- extrados; 3 - plan de naştere;
4 - cheia boltii

Buiandrugii sub formă de grinzi drepte se pot folosi la deschideri pînă la 1...1,20 m (fig.240) şi sub formă de arce pînă la 1,75...2,50 m (fig.241), cu pleoştirea $f = (\frac{1}{8} - \frac{1}{12})\ell$.

Elementele arcelor sînt: planul de naştere, cheia, intradosul, extradosul.

După forma arcului se disting:

- arce în plin centru, la care $f = \frac{\ell}{2}$ (fig.242 a);
- arce supraînălţate, la care $f > \frac{\ell}{2}$ (fig.242 b);
- arce pleoştite, la care $f < \frac{\ell}{2}$ (fig.242 c);
- arce în mîner de coş, realizate din arce de cerc racordate (fig.242 d);
- arce ogivale (fig.242 e,f).

Elementele buiandrugilor din piatră pot alcătui ancadra-

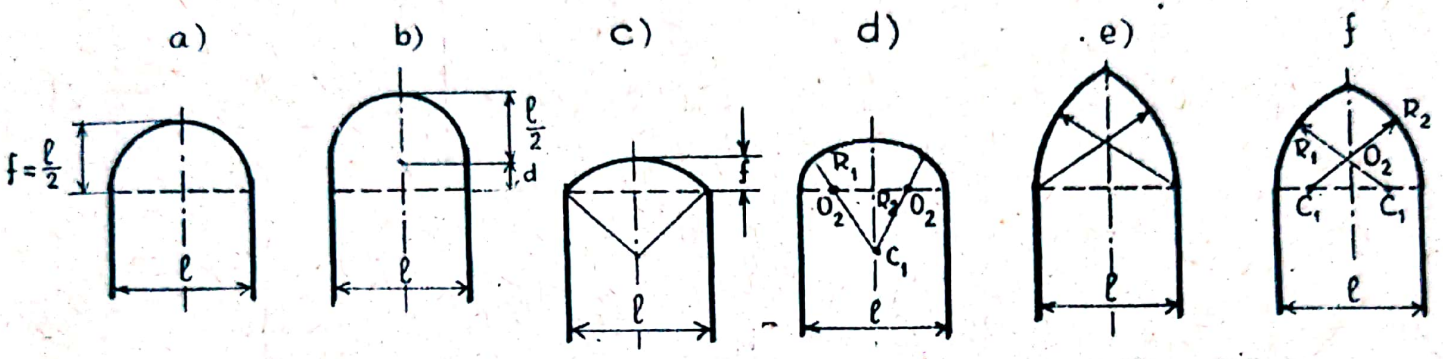


Fig.242. Forma arcelor a) arce în plin cintru: $f=\frac{\ell}{2}$; b) arce supraînălțate $f>\frac{\ell}{2}$; c) arce pleoștite $f<\frac{\ell}{2}$; d) arce în mînere de coș; e) arce ogivale; f) arce ogirale

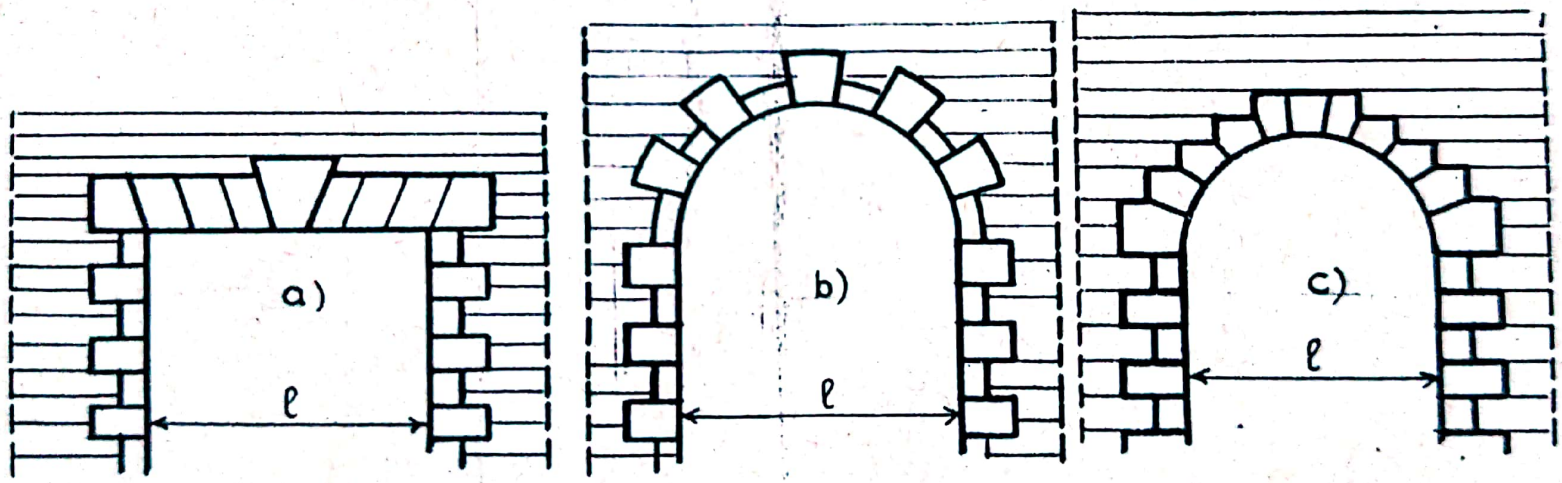


Fig.243. Ancadramente de piatră la zidărie
a) ancadramente drepte; b, c) ancadramente curbe

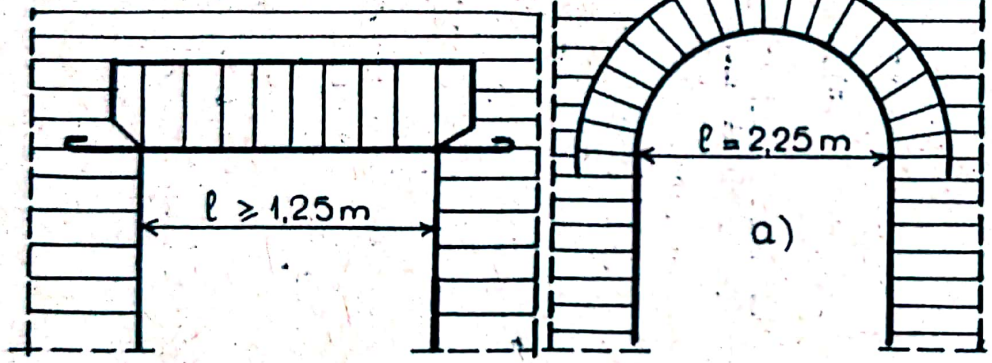


Fig.244. Buiandrug drept din zidărie

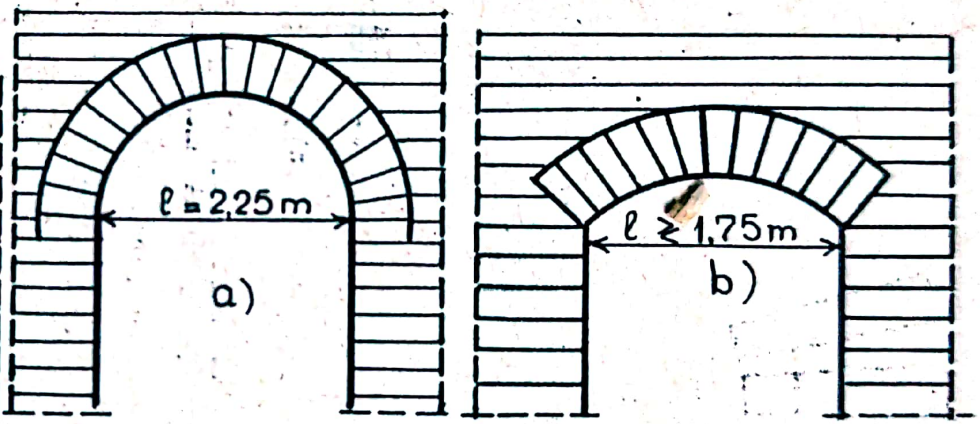


Fig.245. Buiandrugi din arce de zidărie
a) arce în plin cintru; b) arce pleoștite

Fig.246. Sisteme de zidărie a arcelor
a) cu rosturi de grosime variabilă
b) cu rosturi uniforme

mente pentru ferestre în care caz se prevăd ieşinde faţă de zidărie cu 6...12 cm (fig.243), avînd forme drepte sau curbe.

16.2.3. Buiandrugii de zidărie se pot realiza din elemente drepte pentru deschideri de 1 m (fig.244) şi din arce, pentru deschideri pînă la 2,25 m (fig.245).

Arcele de zidărie se pot realiza din cărămizi obişnuite cu rosturi de grosime variabilă de 0,5...2,5 cm (fig.246 a) sau din cărămizi pene, de grosime variabilă 1...1,2 cm (fig.246 b)

In funcţie de marca mortarului şi pentru marca cărămizilor 75, în raport cu forma buiandrugilor şi pleoştire se prezintă în tabelul 19 valorile limită ale deschiderilor uzuale.

Deschideri maxime la buiandrugi de zidărie Tabelul 19

Marca mortarului	Deschiderile maxime ale buiandrugilor, în m			
	zidărie obişnuită	arce drepte	arce cu $f=(\frac{1}{8}...\frac{1}{12})\,\ell$	arce cu $f=(\frac{1}{6}...\frac{1}{5})\,\ell$
50÷100	2,00	2,00	3,50	4,00
25	1,75	1,75	2,50	3,00
10	-	1,50	2,00	2,50
4	-	1,25	1,75	2,25

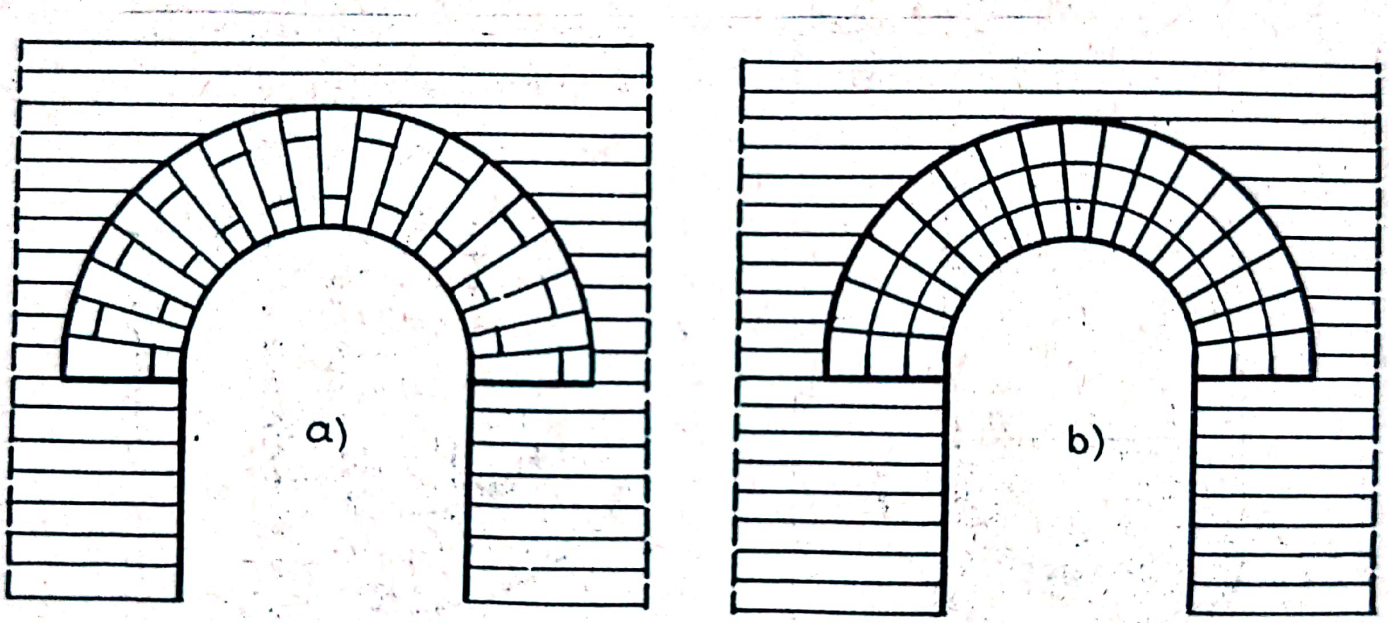


Fig.247. Sisteme de zidărie a arcelor

a) inele concentrice de o cărămidă grosime;
b) inele concentrice de $\frac{1}{2}$ cărămidă grosime.

Scanned with OKEN Scanner

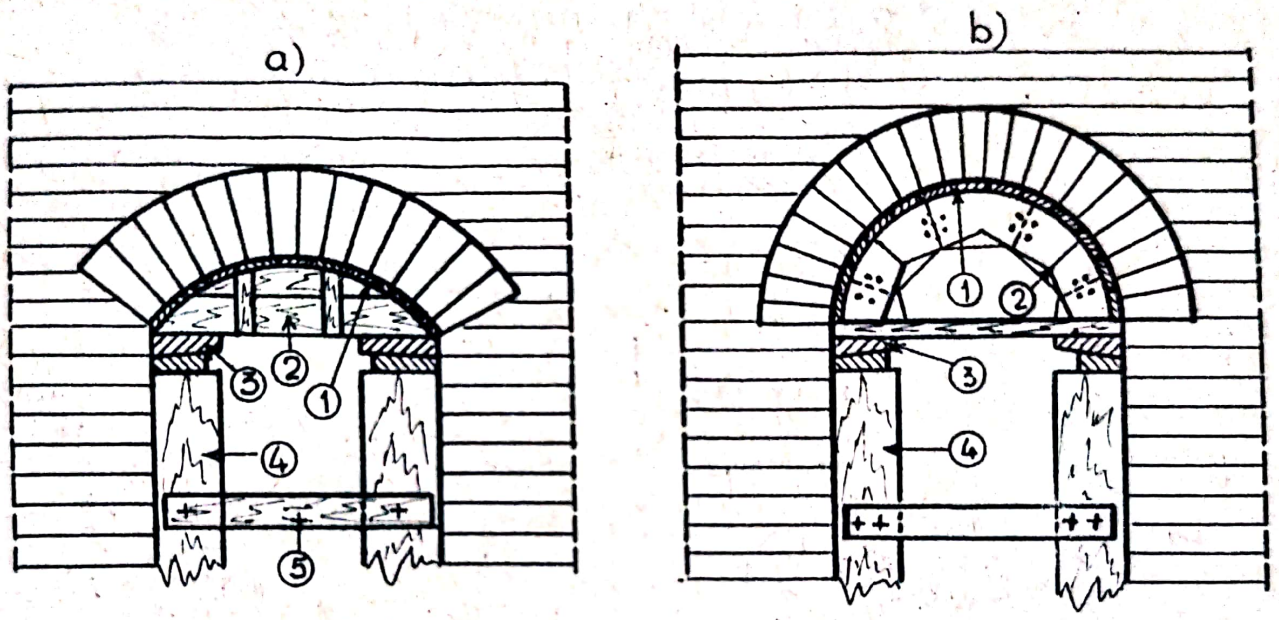


Fig.248. Cofraje pentru arce: a) la bolţi pleoştite; b) la bolţi în plin cintru;
1 - asterială; 2 - cintru; 3 - pene; 4 - stîlpi; 5 - moaze

Arcele de grosime mai mare se pot realiza din inele concentrice de cîte o cărămidă grosime (fig.247 a), după sistemul de ţesere obişnuită sau din inele suprapuse de $\frac{1}{2}$ cărămidă grosime.

Zidăria arcelor se execută pe cintre pline sau pe cofraje din arce susţinute de stîlpi, moaze şi pene (fig.248).

Înălţimea minimă constructivă se va lua în funcţie de marca mortarului şi forma arcului conform datelor din tabelul 20.

Tabelul 20

Înălţimea minimă de calcul a buiandrugilor de zidărie

Marca mortarului	h/l pentru:			
	buiandrugi obişnuiţi			
	de cărămidă	de piatră	In arc drept	In arc
⩾ 25	0,25	0,33	0,12	0,06
10	-	-	0,16	0,08
4	-	-	0,20	0,10

Termenul de decofrare, funcţie de marca mortarului şi sistemul de zidărie se va lua conform datelor din tabelul 21.

Tabelul 21

Termenul de decofrare la buiandrugii de zidărie

Marca mortarului	Termenul de decofrare în zile la zidării:		
	In pană şi arc	Zidărie obişnuită	Zidărie armată
50	5	14	10
25	7	21	14
10	14	-	-
4	21	-	-

16.2.4. Buiandrugii de zidărie armată se pot utiliza pentru deschideri de 2,0...3,0 m, din zidărie de cărămidă obiş-

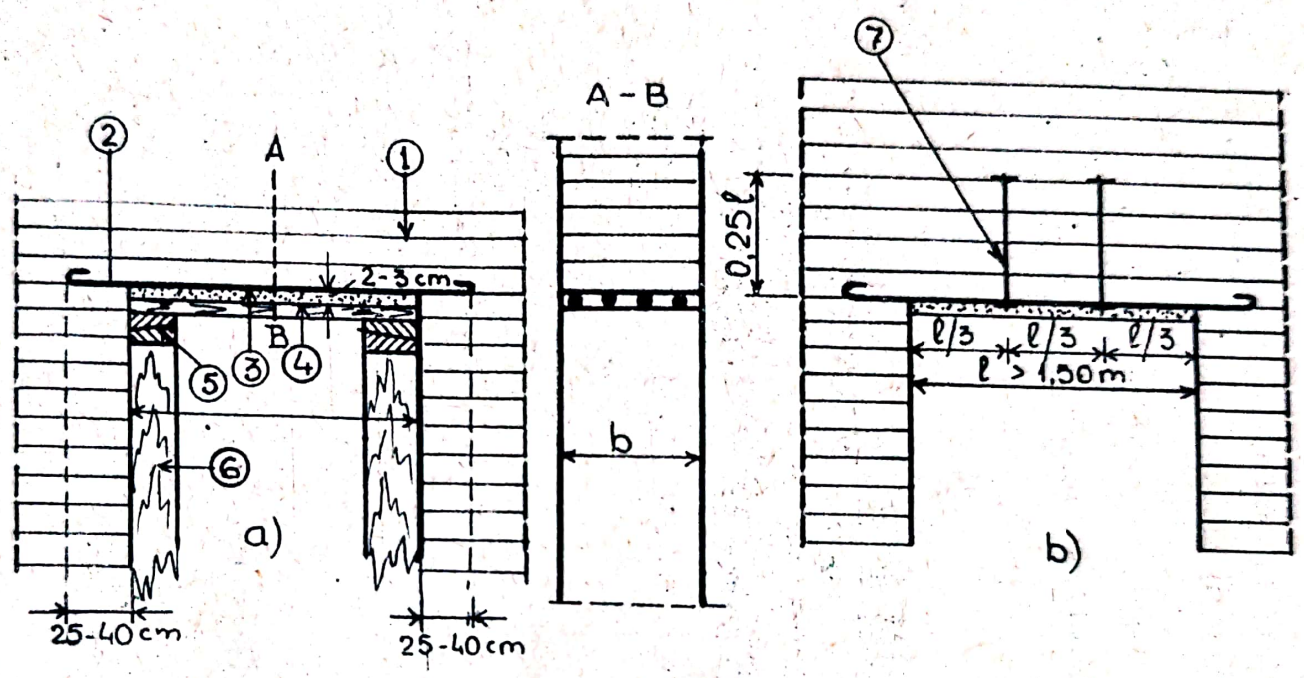


Fig.249. Buiandrugi din zidărie armată; a) cu armătură longitudinală
b) cu armătură longitudinală și etrieri

1 - zidărie; 2 - armătură longitudinală; 3 - mortar;
4 - cofraj; 5 - pene; 6 - stîlpi; 7 - etrieri.

nuită cu armături dispuse în mortar de ciment de marca cel puţin 25, şi grosime 2...3 cm.

Pentru deschideri pînă la 1,5 m se foloseşte armarea longitudinală cu minim 4 Ø 8 mm sau minimum 0,2 cm^2 secţiune armătură pentru fiecare cărămidă lăţime de zid, (fig.249). Pentru deschideri pînă la 3,0 m se foloseşte suspendarea armăturii longitudinale cu armături verticale sub formă de etrieri, dispuse la 1/3 din deschiderea buiandrugului. Zidăria se execută cu mortar marca 25 la buiandrugi de deschidere pînă la 2,0 m şi cu mortar marca 50...80 pentru deschideri pînă la 3,0 m.

16.2.5. Buiandrugi metalici

Pentru deschideri mai mari de 1,50 m şi la sarcini mari transmise de planşee, buiandrugii se pot realiza din elemente metalice, sub formă de grinzi I sau [.

Se pot realiza din profile I solidarizate cu buloane şi prevăzute cu umplutură de cărămidă (fig.250 a);

Solidarizarea grinzilor metalice se poate realiza cu platbande (fig.250 b). Pentru a asigura aderenţa tencuielilor, profilele metalice se îmbracă cu rabiţ ce se fixează pe schelet din oţel beton. O conlucrare mai bună între grinzile metalice şi între buiandrug şi zidăria pereţilor se obţine prin înglobarea profilelor metalice în beton, parţial (fig.250 c) sau total (fig.250 d). In acest caz elementele de buiandrug se calculează după principiile betonului armat cu armătură rigidă.

La deschideri şi sarcini mai mari, rezemarea buiandrugilor metalici se face pe cuzineţi din beton armat.

Pentru realizarea de goluri în pereţi plini existenţi, în vederea montării de uşi şi ferestre noi, se au în vedere fazele de execuţie şi montaj din fig.251. Se realizează mai întîi

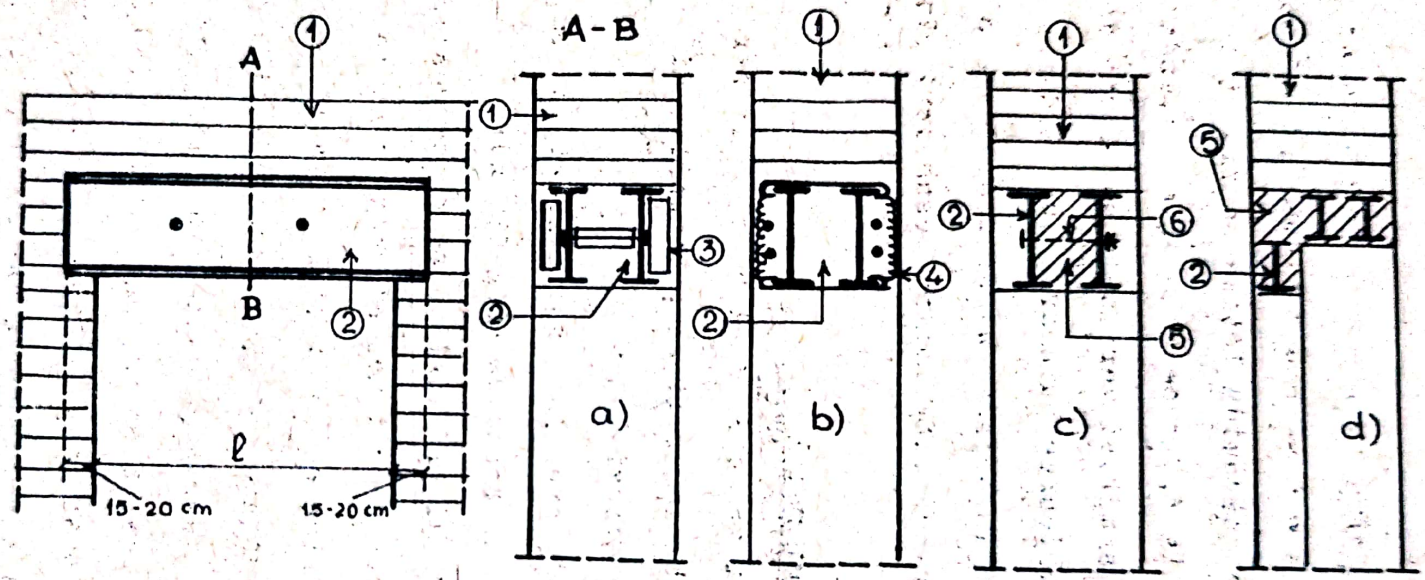


Fig.250. Buiandrugi metalici: a) grinzi bulonate; b) grinzi solidarizate cu platbande; c) grinzi bulonate și umplutură de beton; d) grinzi înglobate în beton;

1 - zidărie; 2 - grindă metalică; 3 - cărămidă pe cant; 4 - rabiț; 5 - beton; 6 - bulon

Scanned with OKEN Scanner

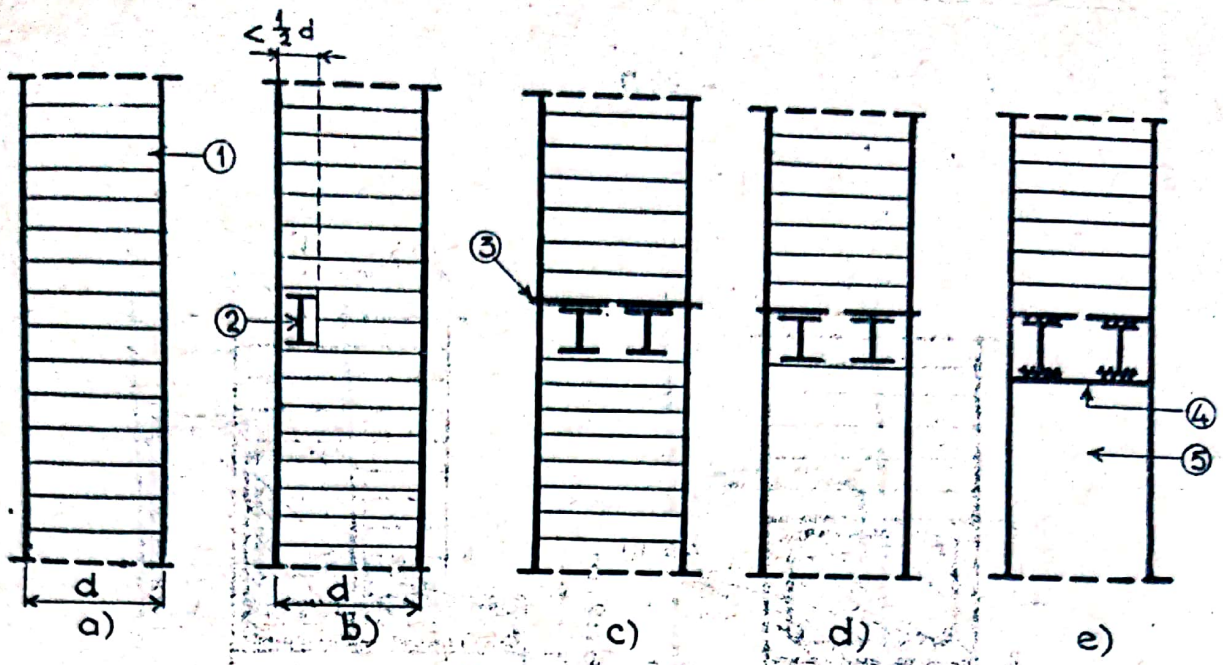


Fig.251. Fazele de montare a grinzilor de buiandrugi pentru goluri de uşi şi ferestre. a) situaţia iniţială; b)spargere laterală pe $\frac{1}{2}$ d; c) spargere totală şi împănarea grinzii; d) îndepărtarea zidăriei de sub buiandrug. 1 - perete fără goluri; 2 - grindă; 3 - pene metalice; 4 - platbande consolidare; 5 - gol de fereastră sau uşă

montarea separată a grinzilor metalice, pe jumătate din grosimea peretelui, împănarea lor, consolidarea cu platbande şi ulterior se procedează la realizarea golului.

16.2.6. <u>Buiandrugii de beton armat</u> se realizează elemente monolite sau prefabricate ce prezintă o conlucrare bună cu zidăria. Se pot prevedea pe toată lăţimea zidăriei (fig.252 a) sau pe o lăţime limitată, protejîndu-i termic la exterior cu o căptuşeală de zidărie de 12,5 cm grosime (fig.252 b).

Prelungirea părţii orizontale a buiandrugului poate constitui ancadramentul ferestrei. Armarea buiandrugului se ia minim 4 Ø 8 mm şi etrieri închişi Ø 6 mm la 20 cm distanţă.

La ferestre cu lăţimi mici de pilaştri se poate prevede un buiandrug comun pentru două sau mai multe goluri (fig.253).

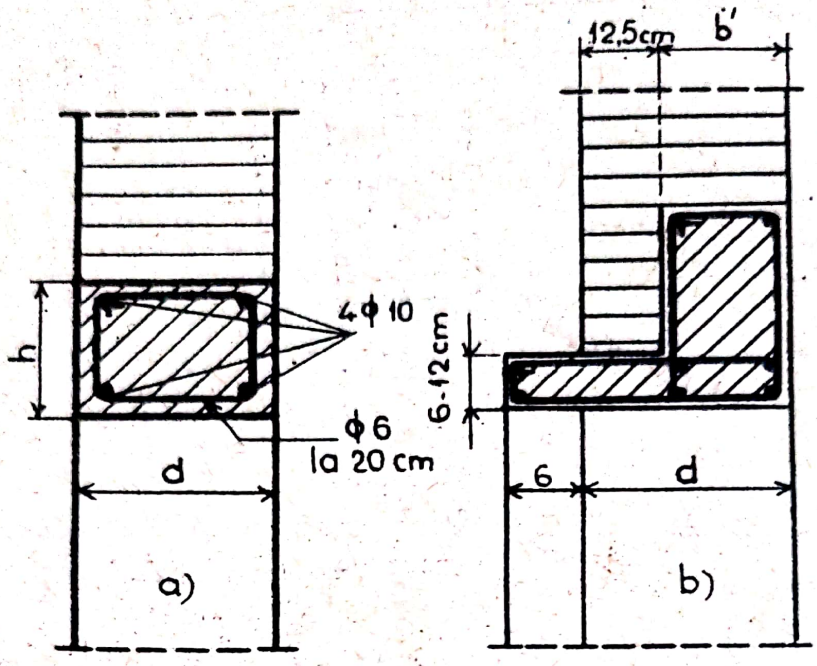


Fig.252. Buiandrugi de beton armat
a) drept; b) cu limb orizontal

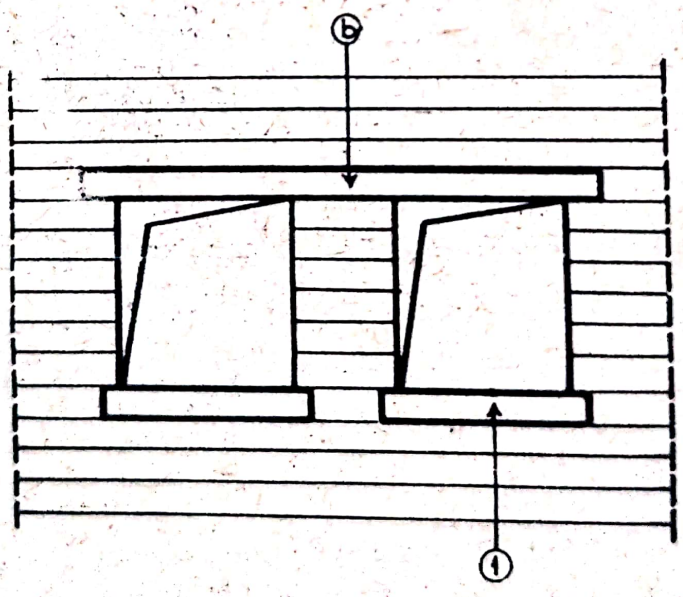


Fig.253. Buiandrug comun la două ferestre (b)
1 - solbanc

Scanned with OKEN Scanner

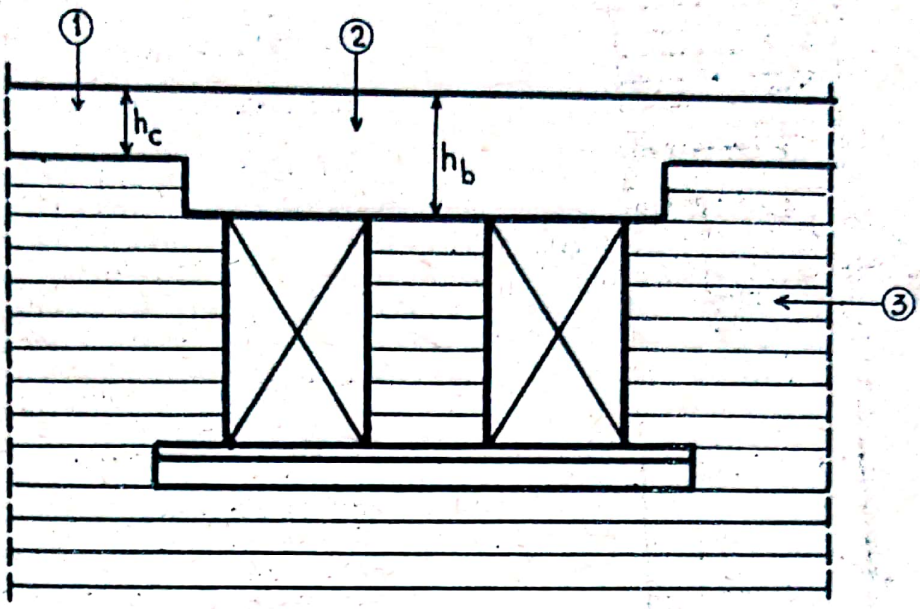


Fig.254. Buiandrug-centură 1-centură; 2-buiandrug comun; 3-zidărie; h_c-înălţimea centurii; h_b-înălţimea buiandrugului

Soluţia este avantajoasă sub aspectul conlucrării cu zidăria şi acceptabilă din punct de vedere arhitectonic.

In cazul cînd înălţimea camerei este mică şi distanţa de la buiandrug la planşeu este limitată apare judicioasă adoptarea unui element comun pentru buiandrug şi centura planşeului (fig.254). Pentru evitarea condensului în zona punţii termice de beton armat, se recomandă protecţia buiandrului spre exterior (fig.255), cu

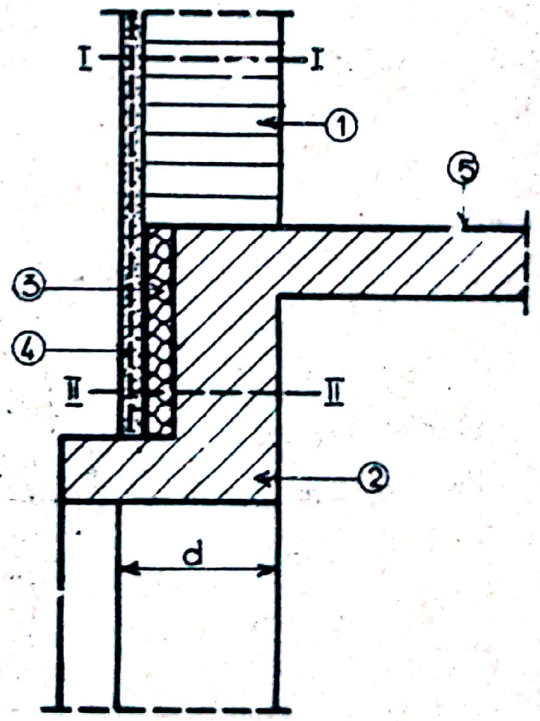


Fig.255. Buiandrug centură. 1-perete; 2-centură; 3-izolaţie termică 4-tencuială armată; 5-planşeu

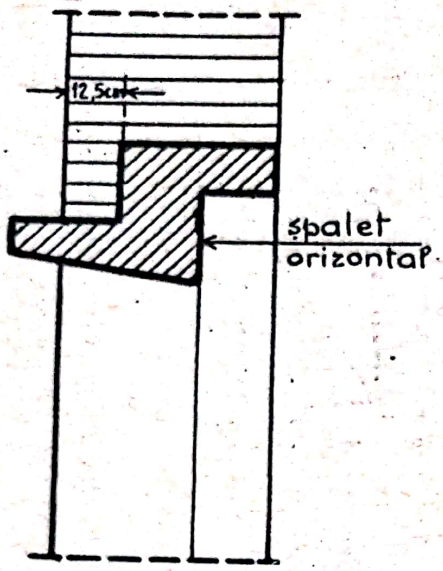


Fig.256. Buiandrug cu spalet orizontal

izolaţie termică şi tencuială pe rabiţ, avîndu-se în vedere condiţia:

$$R_o(I-I) = R_o(II-II) \qquad (151)$$

Pentru fixarea corespunzătoare a ferestrei se poate prevedea buiandrugul cu şpalet interior orizontal (fig.256), iar spaţiul necesar pentru cutiile de rulou se asigură de 20 x 20 cm, delimitat spre exterior cu un limb de beton armat de 6 cm (fig.257).

Dezavantajul buiandrugilor monoliţi constă în faptul că decofrarea, în condiţii de temperatură normală implică 14 zile de la turnare şi necesită material lemnos pentru cofraj. Pentru a permite continuitatea execuţiei se pot folosi buiandrugi din elemente prefabricate, de secţiune dreptunghiulară (fig.258 a), în [illegible] (fig.258 b), mixti (fig.258 c) din elemente prefabricate şi beton monolit.

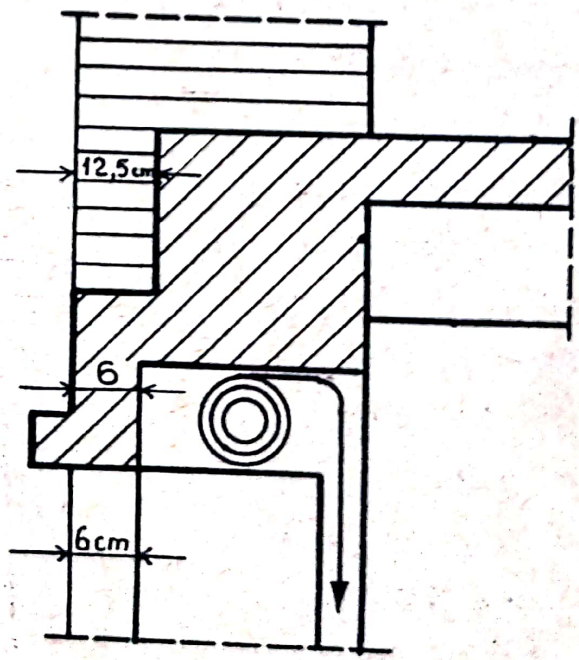


Fig.257. Buiandrug cu limb pentru rulou

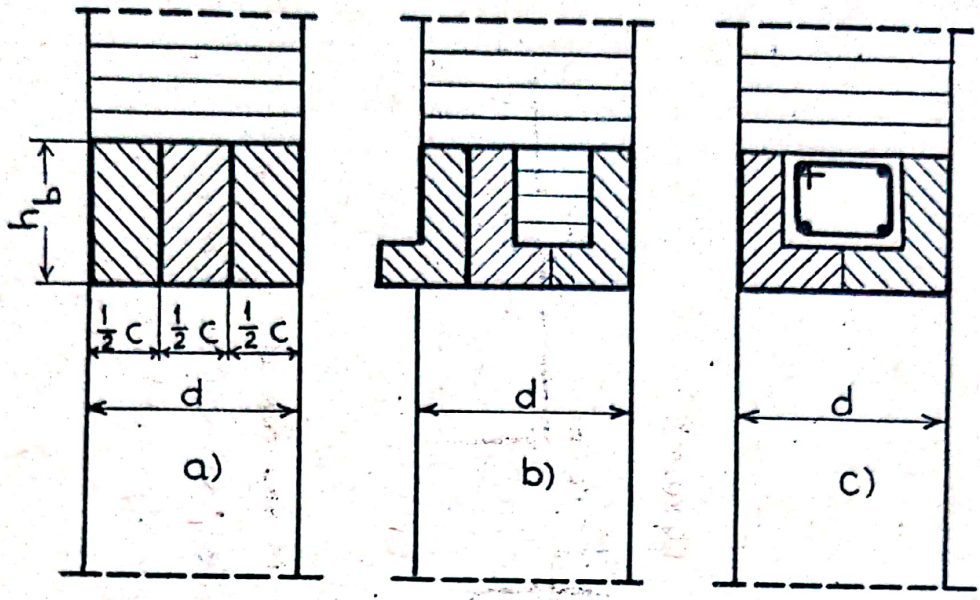


Fig.258. Buiandrugi din elemente prefabricate din beton armat a)dreptunghiulari; b) în formă de L; c) mixti.

16.2.7. Calculul buiandrugilor

Calculul static şi de rezistenţă al buiandrugilor de lemn, metalici şi de beton armat se efectuează în ipoteza grinzii simplu rezemate avînd deschideri de calcul ℓ_c=(1,05... 1,10)ℓ, ℓ fiind lumina golului (fig.259 a).

Ca încărcări exterioare se consideră:

- greutatea proprie a elementului, g kg/ml (fig.259 b);

- încărcarea permanentă a zidăriei de deasupra, de variaţie parabolică, aproximată dublu triunghiulară în calcul, cu valoarea maximă;

$$g = d.h.\ell_c \cdot \varrho \text{ kg/ml} \qquad (152)$$

în care:

d - lăţimea zidului, în m;

ϱ - greutatea specifică aparentă a zidăriei, în kg/mc;

h - înălţimea de încărcare din zidărie, egală cu $\frac{\ell_c}{2}$, în m;

p - sarcină concentrată din grinzi (fig.259 c), în kg

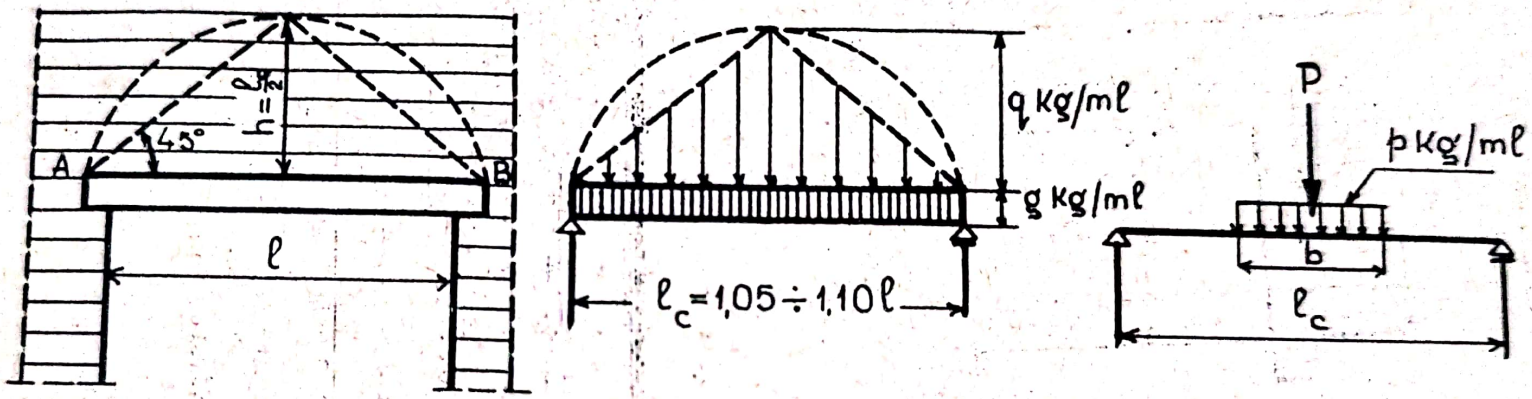


Fig.259. Schemele statice ale buiandrugilor; 2) încărcarea din zidărie;
b) schema încărcării proprii și a zidăriei; c) încărcarea din grinzi

sau repartizată liniar pe lăţimea "b" de rezemare, p kg/ml. Cunoscînd momentele încovoietoare şi forţele tăietoare se face dimensionarea secţiunilor pe baza principiilor de calcul ale elementelor de lemn, metalice şi beton armat.

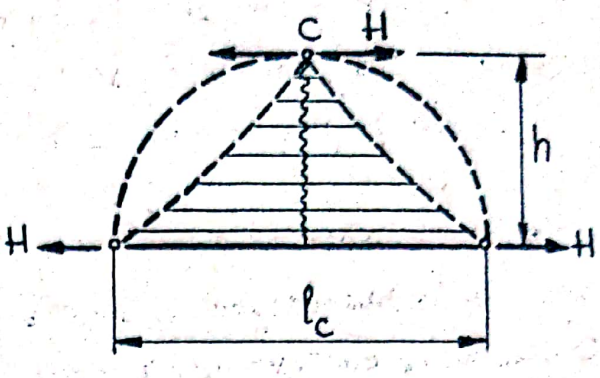


Fig.260. Schema de calcul a buiandrugului de zidărie

16.2.8. Calculul buiandrugilor de zidărie

La calculul buiandrugului de zidărie se are în vedere faptul că pentru 40%...60% din forţa de rupere, rezistenţele de adeziune dintre mortar şi cărămizi, sînt depăşite iar caracterul deformaţiilor arată că elementul lucrează ca un arc cu 3 articulaţii (fig.260).

Scriindu-se ecuaţia de echilibru dintre momentul dat de încărcările exterioare şi momentul forţelor interioare, faţă de articulaţia de la cheie (fig.261) se obţine:

M=H(h-2 a) (153)

în care:

M - momentul încovoietor exterior faţă de centrul de greu-

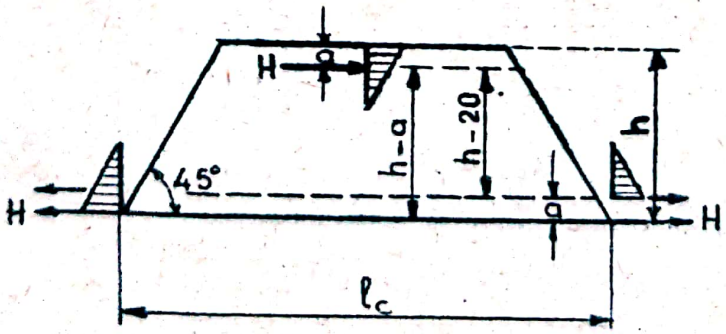


Fig.261. Scheme de calcul a)zidărie simplă, braţul cuplului interior h-a ; b)zidărie armată,braţul cuplului interior h-2a.

tate al zonei comprimate de la cheie, calculat în ipoteza grinzii simplu rezemate, în kg m;

h - înălţimea de calcul a boiandrugului, obişnuit $\frac{1}{3}\ell$, în m;

a - distanţa de la centrul de presiuni pînă la partea superioară a boiandrugului la cheie şi pînă la partea inferioară la naşteri, conform datelor din tabelul 22.

Tabelul 22

Distanţa "a" de la centrul eforturilor de compresiune la naşterea arcelor

Marca mortarului	Mărimea lui "a" în funcţiune de h pentru cărămizi de marca	
	75	50
100	o,1	-
75	o,11	-
50	o,12	o,15
25	o,15	o,2o
10	o,2o	o,25
4	o,25	o,3o

Din relaţia de mai sus rezultă:

$$H = \frac{M}{h - 2a} \qquad (154)$$

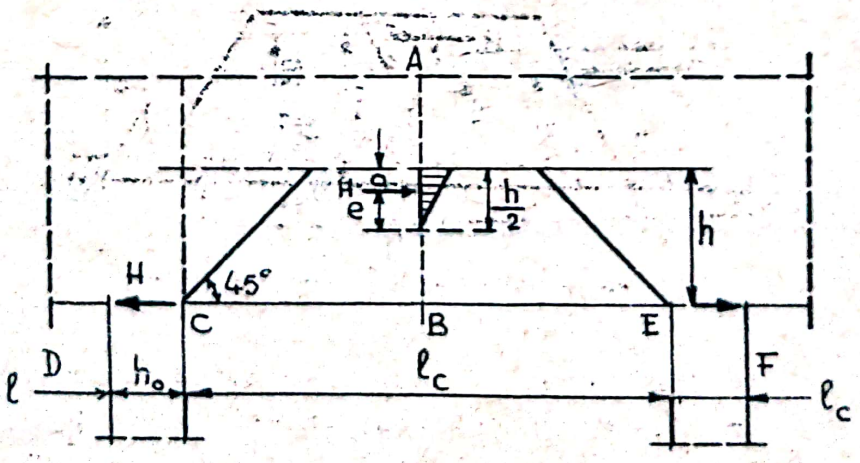


Fig.262. Excentricitatea de calcul la cheie

In cazul zidăriei armate, efortul din tirant rezultă:

$$H = \frac{M}{h - 2a} \qquad (155)$$

Efortul de calcul în secţiunea verticală de la cheie este împingerea H, care acţionează cu excentricitatea:

$$e = \frac{h}{2} - a \qquad (156)$$

Calculul buiandrugului de zidărie se referă la:

a) verificarea secţiunii A-B la compresiune excentrică (fig.262) cu expresia:

$$F_r = KF = \frac{A R \varphi}{1 + \frac{2e}{h}} \qquad (157)$$

b) verificarea la forfecare a zidăriei pilaştrilor cu relaţia (secţiunea C D):

$$H_f = K_f . H \leqslant A(R_f + f \ \sigma_o) = A\ (R_f + 0,7\ \sigma_o) \qquad (158)$$

în care:

H_f - Efortul de rupere al zidăriei la forfecare şi lunecare, în kg;

H - Efortul admisibil la forfecare şi lunecare;

K_f - Coeficientul de siguranţă la forfecare şi lunecare;

R_f - Limita de rezistenţă a zidăriei la forfecare după secţiuni nelegate, în kg/cm^2;

σ_o - Efortul unitar normal din sarcini verticale, în kg/cm^2;

f - Coeficientul de frecare;

A - a.b suprafaţa de forfecare a pilaştrilor, în cm^2.

c) Verificarea tirantului se efectuează cu expresia:

$$H_t = K.H = A_a\ \sigma_c \qquad (159)$$

în care:

A_a - secţiunea tirantului, în cm^2;

σ_c - limita de curgere a armăturii, în kg/cm^2;

K - coeficientul de siguranţă la întindere;

d)- Verificarea la forfecare a zidăriei buiandrugului, (secţiunea C I), folosind relaţia:

$$Q_r = K\,Q = R_t.b.h \qquad (160)$$

în care:

Q - forţa tăietoare de rupere, calculată ca pentru o grindă simplu rezemată, în kg;

R_t- rezistenţa de rupere a zidăriei la întindere după rosturi nelegate, în kg/cm^2;

K - coeficient de siguranţă la întindere.

Calculul după metoda stărilor limită se face avînd în vedere expresia:

$$n.H = H_f \leq m_f(R_f + 0{,}8\,f.\ \sigma_o).A \qquad (161)$$

în care:

A - secţiunea pilastrului, în cm^2;

H_f- sarcina de calcul rezultată din încărcările normate şi coeficientul de suprasarcină;

R_f- rezistenţa de calcul a zidăriei la forfecare, după rosturi legate, în kg/cm^2;

σ_o- efortul unitar normal din încărcările verticale, multiplicat cu n = 0,9;

f - coeficientul de frecare rost pe rost.

Secţiunea tiranţilor se determină cu expresia:

$$H_t = KH_f = m_a.R_a.A_a \qquad (162)$$

în care: A_a - secţiunea tirantului, în cm^2;

m_a - coeficientul condiţiilor de lucru ale armăturii (ca la ancore).

16.3. <u>Ancorarea pereţilor</u>

In scopul realizării conlucrării spaţiale dintre elementele portante verticale (pereţi, stîlpi şi rigle) şi elementele

orizontale ale clădirilor (planşee) la acţiunea celor mai defavorabile combinaţii de sarcini este necesar a se prevedea legături între aceste elemente.

Pereţii şi stîlpii fără legături sau cu legături insuficiente între ei şi elementele portante orizontale, supuşi la acţiunea momentelor încovoietoare din sarcini fundamentale şi suplimentare, de la o anumită valoare a momentelor încovoietoare pot fi puşi în situaţia de a lucra independent. In aceste cazuri momentele încovoietoare cresc bruso, iar influenţa flambajului poate conduce la pierderea capacităţii portante a construcţiei. In cazul solicitărilor seismice, a trepidaţiilor, lipsa legăturilor poate cauza deplasarea laterală a zidurilor, pînă la pierderea stabilităţii lor. Legătura dintre elementele portante ale clădirilor se poate realiza prin:

- forţele de frecare şi aderenţă, fig.263 care se nasc între planşee şi pereţi, la clădiri în regiuni seismice;
- ancorare între pereţii transversali şi longitudinali;

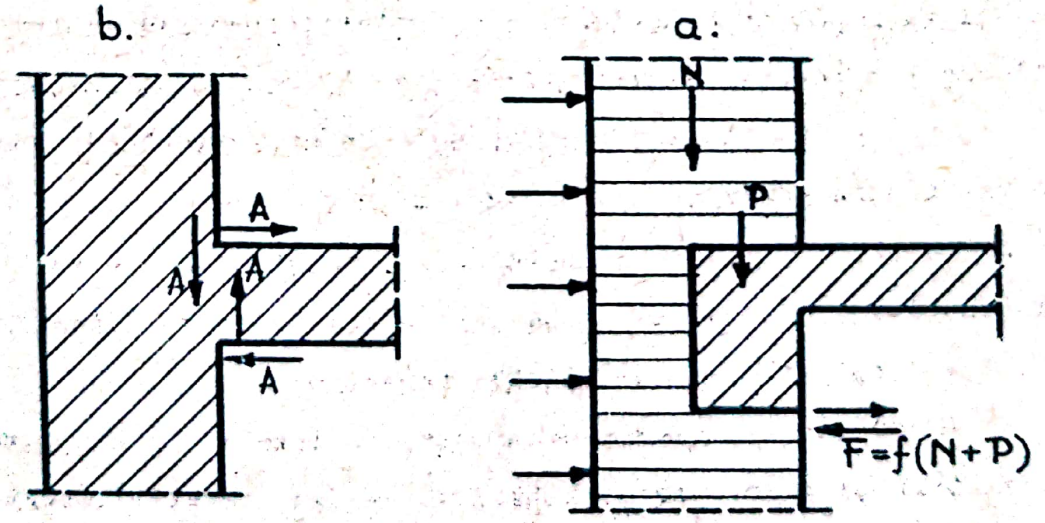


Fig.263. Forţe de frecare (F) şi aderenţă tangenţială (A) între pereţi şi planşee (a) şi aderenţă normală între peretele exterior şi interior (b)

- ancore fixate de grinzile planşeelor şi încastrate în pereţi şi centuri la clădiri în regiuni seismice

Ancorele între pereţii transversali şi longitudinali, sub formă de legături metalice, se folosesc la colţuri, ramificaţii şi intersecţii de ziduri (fig.264). Aceste legături se dispun

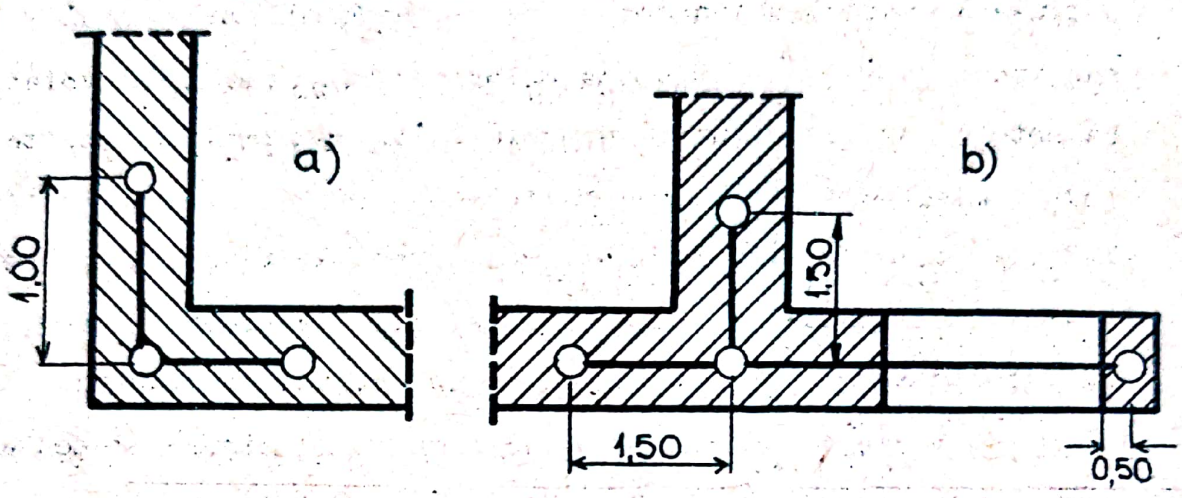


Fig.264. Ancorarea pereţilor a)la colţuri; b) la ramificaţii

din 2 în 2 metri pe înălţime şi în mod obligatoriu la nivelul fiecărui planşeu.

Lungimile ancorelor se iau minim 1,50 m şi se prelungesc cu cel puţin 60 cm dincolo de extremităţile golurilor. Legăturile se pot realiza din oţel lat de 40 x 4 mm, oţel rotund cu d = 16 mm, fixate în zid prin bare de oţel verticale de secţiune rotundă sau patrată şi lungime 50...60 cm.

Legăturile dintre planşeele de lemn şi metal se prevăd la fiecare 2,..3 m în sensul lungimii pereţilor longitudinali în dreptul porţiunilor de zid dintre ferestre.

Ancorarea planşeelor de lemn se realizează cu platbande orizontale şi pivot vertical (fig.265 a), de pereţii exteriori şi interiori (fig.265 b), în direcţie longitudinală grinzilor şi transversal grinzilor (fig.265 c).

Ancorarea planşeelor se realizează cu platbande avînd sec-

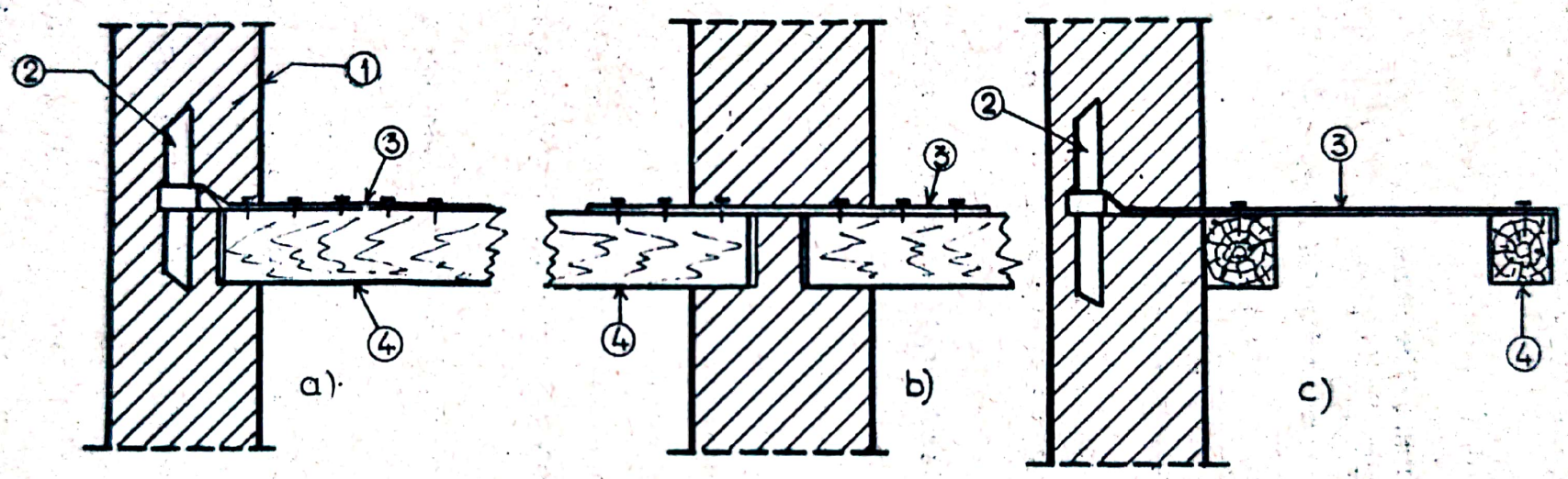


Fig.265. Ancorarea planşeelor de lemn

a) ancorarea grinzilor la pereţi exteriori

b) ancorarea grinzilor la pereţi interiori

c) ancorarea cu platbande transversal grinzilor

1- perete; 2-pivot; 3-platbandă orizontală; 4-grindă

Scanned with OKEN Scanner

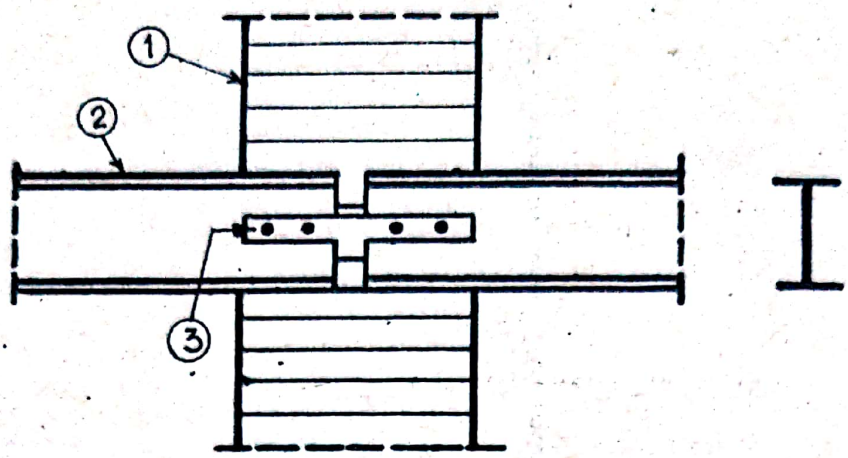


Fig.266. Ancorarea planşeelor metalice
1-perete; 2-grindă planşeului; 3-platbandă

ţiunea de cel puţin 4 cm^2, fixate de grinzile metalice fig. 266, prin nituire sau sudură.

La clădirile existente, cu pereţi din zidării tradiţionale, ancorarea este realizată cu tiranţi din bare de oţel, prevăzuţi în pereţii transversali cu dispozitive de rezemare la exterior pentru a mări suprafaţa de strivire. Rezemarea pe suprafaţa exterioară a pereţilor exteriori se poate realiza folosind bare de oţel în formă de X,S sau plăci metalice cu nervuri, fig.267.

Calculul ancorajelor se consideră necesar în următoarele cazuri:

- distanţa între ancore depăşeşte 3,0 m;
- variaţii nesimetrice ale grosimii pereţilor în dreptul planşeelor;
- valoarea efortului longitudinal vertical asupra pilastrului dintre golurile de ferestre depăşeşte 10 t.

Forţa orizontală T din ancoraj, la nivelul planşeelor, provine ca reacţiune orizontală din solicitarea excentrică a

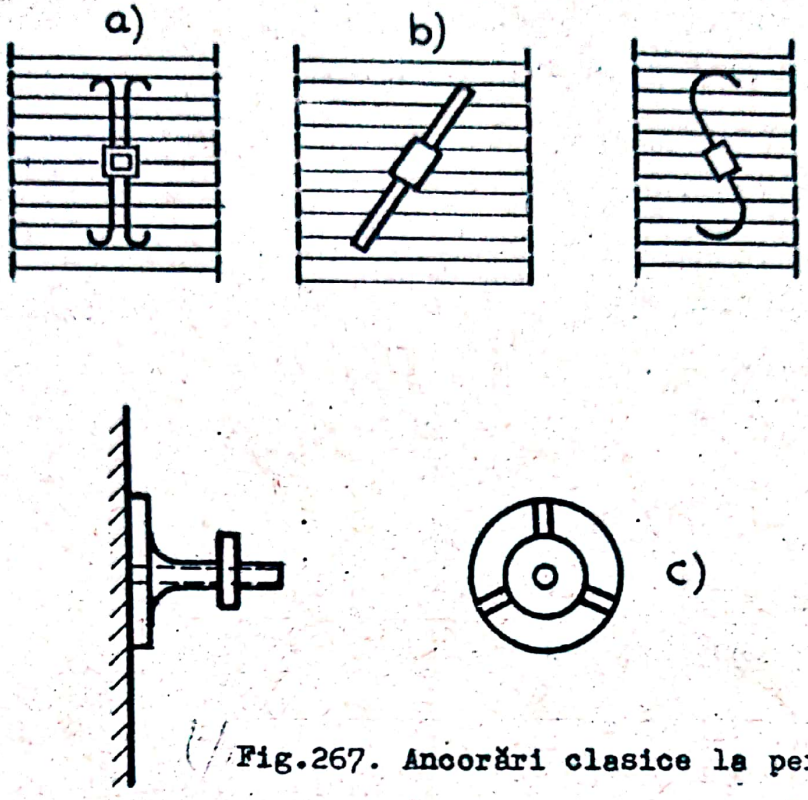


Fig.267. Ancorări clasice la pereţi din zidării a,b) cu bare de oţel; c) cu plăci cu nervuri

pereţilor exteriori şi a stîlpilor şi datorită deplasărilor constructive ale zidului. Calculul forţei T fig.268 se face cu expresia:

a) La clădiri cu structură rigidă

$$T = T_1 + T_2 \qquad (163)$$

în care:

$$T_1 = \frac{M_1 + M_2}{H}; T_2 = 0,01\ N_x \qquad (164)$$

M_1, M_2 - momentele încovoietoare în pereţi sau stîlpi, rezultate din acţiunea excentrică a sarcinilor la nivelul secţiu-

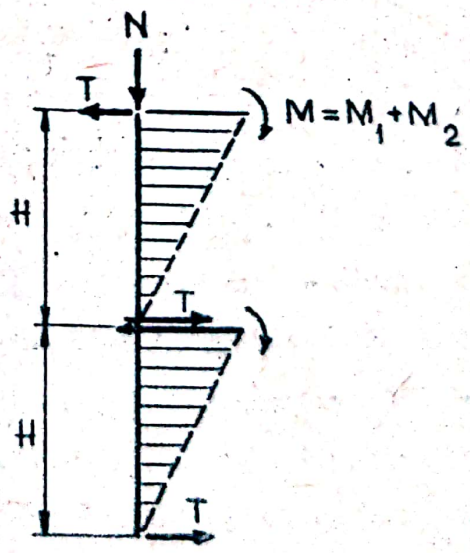


Fig.268. Schema de calcul a forţelor orizontale din ancoraje

nii de calcul a ancorajului, în kg;

H - înălţimea etajului, în m;

T - reacţiunea orizontală la nivelul planşeului datorită excentricităţilor constructive;

N_x - forţa longitudinală verticală în perete la nivelul de calcul al ancorajului.

b) La clădiri cu structură elastică

$$T_1 = X \qquad (165)$$

în care:

X - reacţiunea elastică a reazemelor superioare, ale stîlpilor sau pereţilor din sarcini porvenind din greutatea acoperişului, vînt, zăpadă, pod rulant.

Valoarea reacţiunii X se calculează din expresia:

$$X = \frac{A}{1+\mu} \qquad (166)$$

în care:

A - reacţiunea la nivelul planşeului în ipoteza unui reazim fix;

μ - coeficientul de elasticitate al reazemului, definit de relaţia:

$$\mu = \frac{E_k \cdot I_k}{\sum_{k=1}^{n} E_k \cdot I_k} \qquad (167)$$

în care E_k şi I_k reprezintă modulul de elasticitate şi momentul de inerţie al unui stîlp.

Calculul zidăriei la forţa din ancoraj se realizează în ipoteza distrugerii nodului de încastrare a ancorei prin smulgerea unei porţiuni de zidărie, de formă piramidală, avînd vîrful în punctul de fixare al ancorei şi unghiurile feţelor laterale înclinate la 45°(fig.269).

Forţei de smulgere a porţiunii de zidărie se consideră că i se opune numai rezistenţa rosturilor orizontale din zona

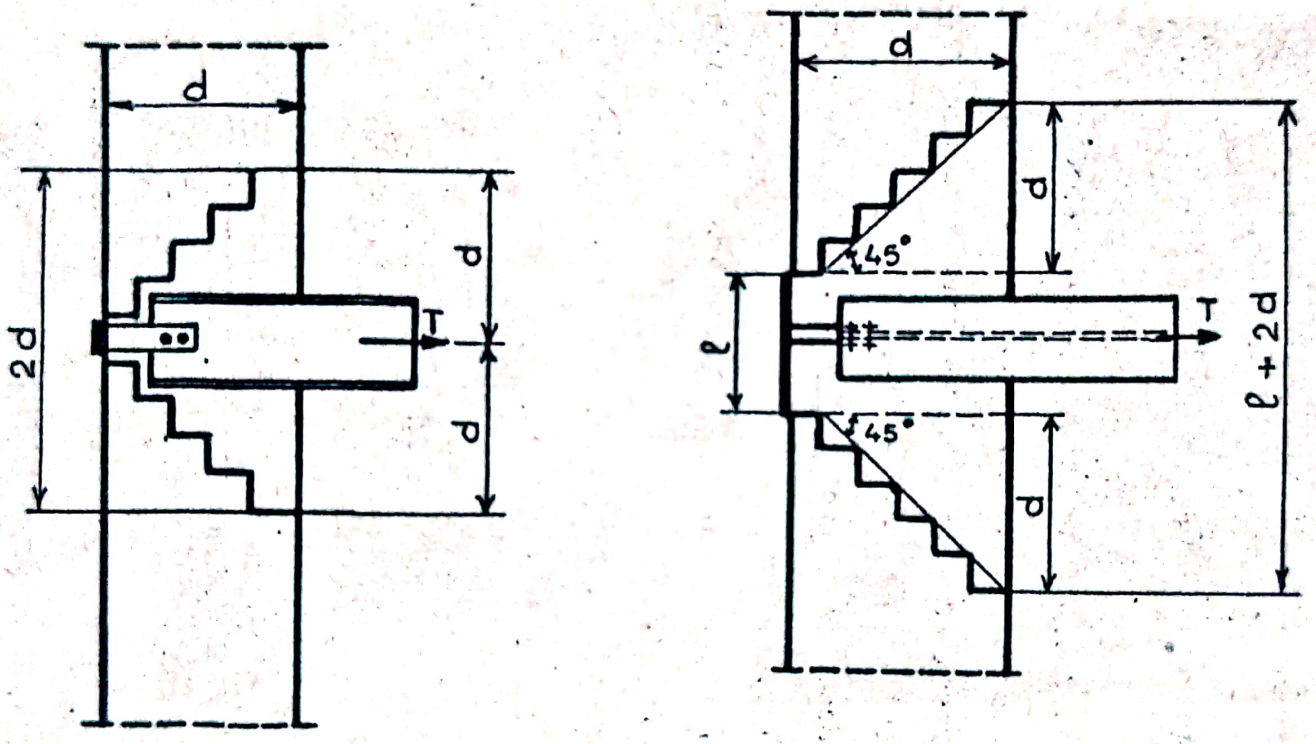


Fig.269. Scheme de calcul a ancorajului în zidărie

a) secţiune verticală; b) secţiune orizontală

Scanned with OKEN Scanner

comprimată. Suprafaţa acestei zone este:

$$A = 2(\ell + d).d \qquad (168)$$

Relaţiile de calcul rezultă ca ecuaţii de proiecţii, în stadiul de rupere, pentru solicitările:

- alunecare $T_r = C_{al}.T \quad 2\frac{N}{A}(\ell + d).d.f.$ (169)

- forfecare $T_r = C_f.T \quad 2(\ell + d).d.R_f$ (170)

în care:

C_{al} - coeficient de siguranţă la alunecare;

C_f - coeficient de siguranţă la forfecare;

N - rezultanta forţelor verticale în secţiunea de calcul a ancorei, în kg;

A - secţiune orizontală a zidului în dreptul ancorajului, în cm^2;

R_f - rezistenţa de rupere la forfecare a zidăriei, în kg/cm^2;

f - coeficientul de frecare al zidăriei, conform datelor din tabelul 23.

Tabelul 23

Nr. crt.	Natura materialului	Coeficienţii de frecare pentru starea suprafeţei uscată	umedă
1	Zidărie pe zidărie sau pe beton	0,7	0,6
2	Idem pe zidărie sau pe beton	0,6	0,5
3	Oţel pe zidărie sau pe beton	0,45	0,35

Pivotul se verifică la încovoiere în ipoteza încastrării în dreptul secţiunii de ancorare, la acţiunea forţei (fig.270)T.

Valoarea momentului încovoietor este:

$$M = \frac{\ell}{2}.T.\frac{\ell}{6} = \frac{T.\ell}{12} \qquad (171)$$

Platbanda ancorajului se verifică la întindere, forfecare şi strivire locală.

16.4. Centuri

Centurile sînt elemente de construcţie prevăzute în pereţi la nivelul planşeelor avînd rolul de a asigura conlucrarea între pereţi şi planşee prin repartizarea mai judicioasă a sarcinilor şi ancorarea planşeelor.

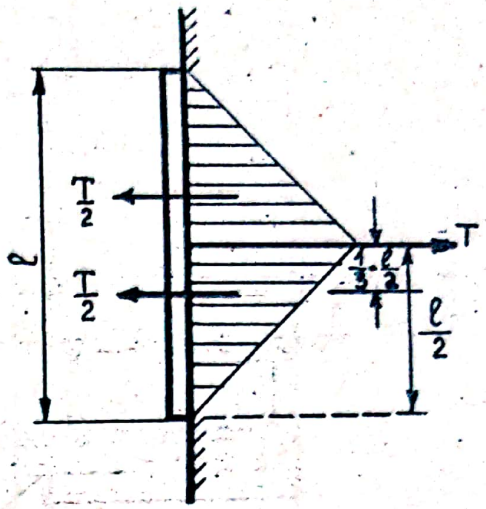


Fig.270. Schema de calcul a ancorajului

Se pot clasifica după următoarele criterii:

a) După funcţia principală în construcţie, centurile pot fi:

- antiseismice;
- de tasare;
- de ancorare;
- de stabilitate;
- de repartizare a încărcărilor.

b) După natura materialului din care se pot alcătui, centurile pot fi:

- din beton armat;
- din zidărie armată;
- din lemn.

Centurile antiseismice asigură conlucrarea spaţială a elementelor de construcţie şi preiau eforturile de întindere ce apar în ziduri din acţiunea solicitărilor seismice.

Scanned with OKEN Scanner

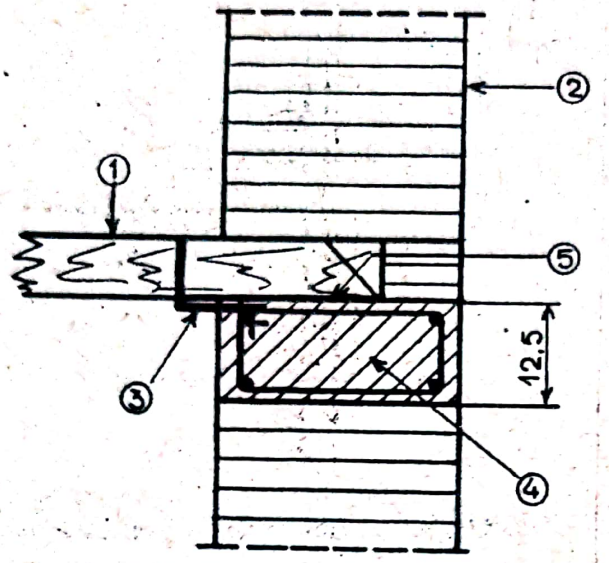


Fig.271. Centură antiseismică la planşee de lemn

1-grinzi de lemn; 2-perete; 3-ancoraj d=5-6 mm; 4-centură de beton armat; 5-carton asfaltat

Centurile antiseismice sînt indicate la construcţiile executate în regiunile cu gradele de seismicitate 7,8,şi 9 la nivelul fiecărui planşeu, iar la înălţimi mari de încăperi şi la nivele intermediare, între planşee. La planşee de lemn ancorarea se realizează cu oţel beton ø = 5...6 mm înglodate în centuri de beton armat(fig. 271).

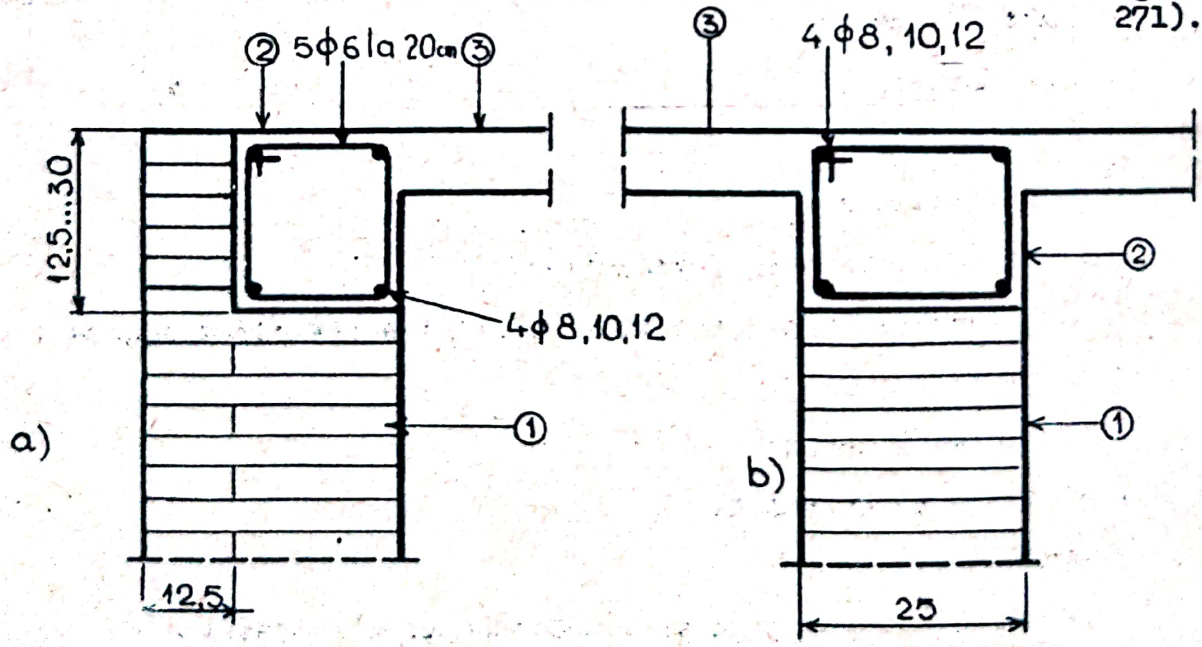


Fig. 272. Centură antiseismică la planşee din beton monolit
a) perete exterior; b) perete interior
1 - perete; 2 - centură; 3 - planşeu

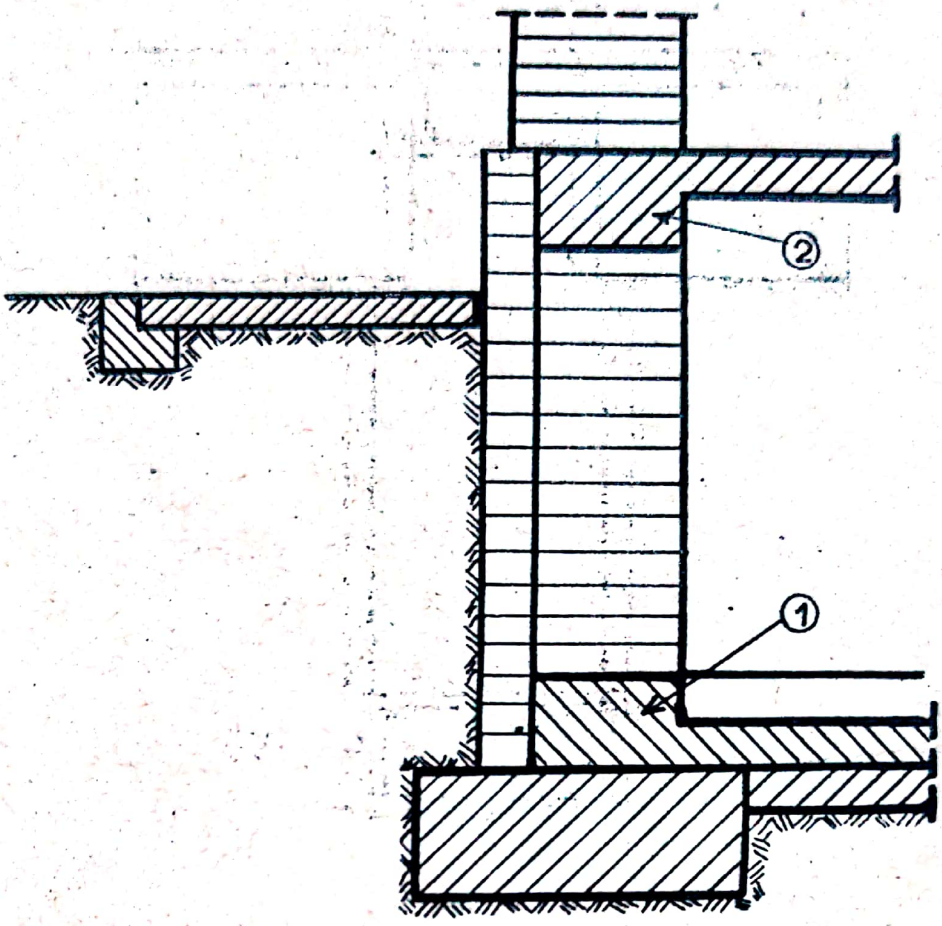


Fig.273. Centuri la pereţi de subsol
1 - centură inferioară
2 - centură superioară

La planşee de beton armat se folosesc centuri avînd înălţimea 12^{5}...30 cm şi lăţimea mai mică decît grosimea pereţilor exteriori (fig.272 a) sau de aceeaşi grosime cu pereţii interiori (fig.272 b).

Centurile de tasare se prevăd la construcţii fundate pe terenuri macroporice şi în general în cazul terenurilor susceptibile de tasări mari şi inegale. Se prevăd atît la fundaţii exterioare (fig.273) cît şi la fundaţii interioare (fig.273).

Centurile de la nivelul fundaţiei şi soclului asigură conlucrarea cu peretele pe înălţimea fundaţiilor sau a unui etaj

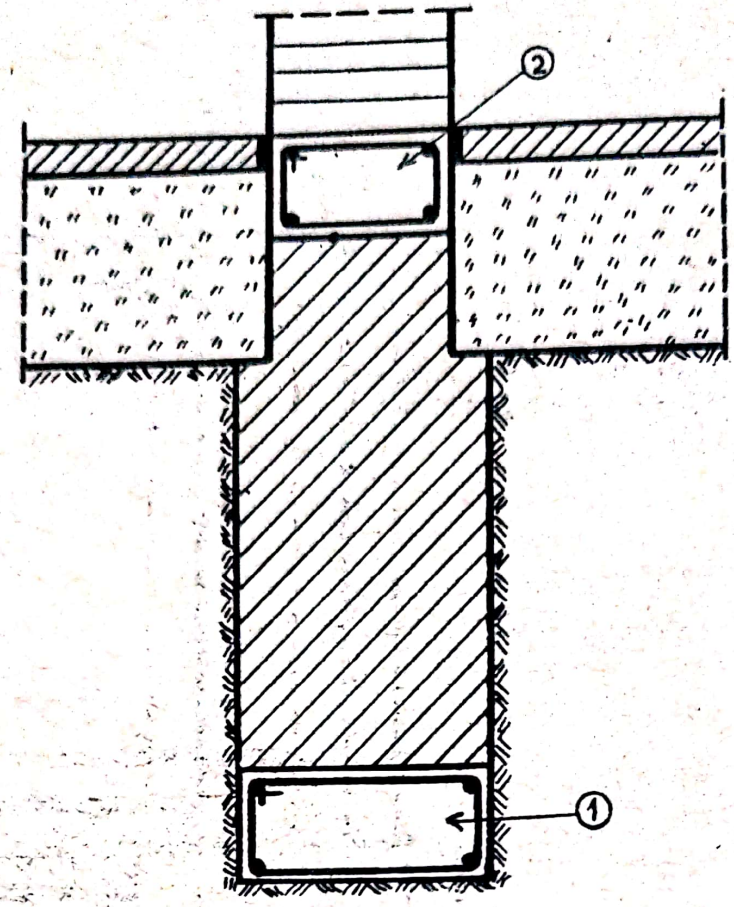


Fig.274
Centuri de tasare interioare
1-centură inferioară;
2-centură superioară

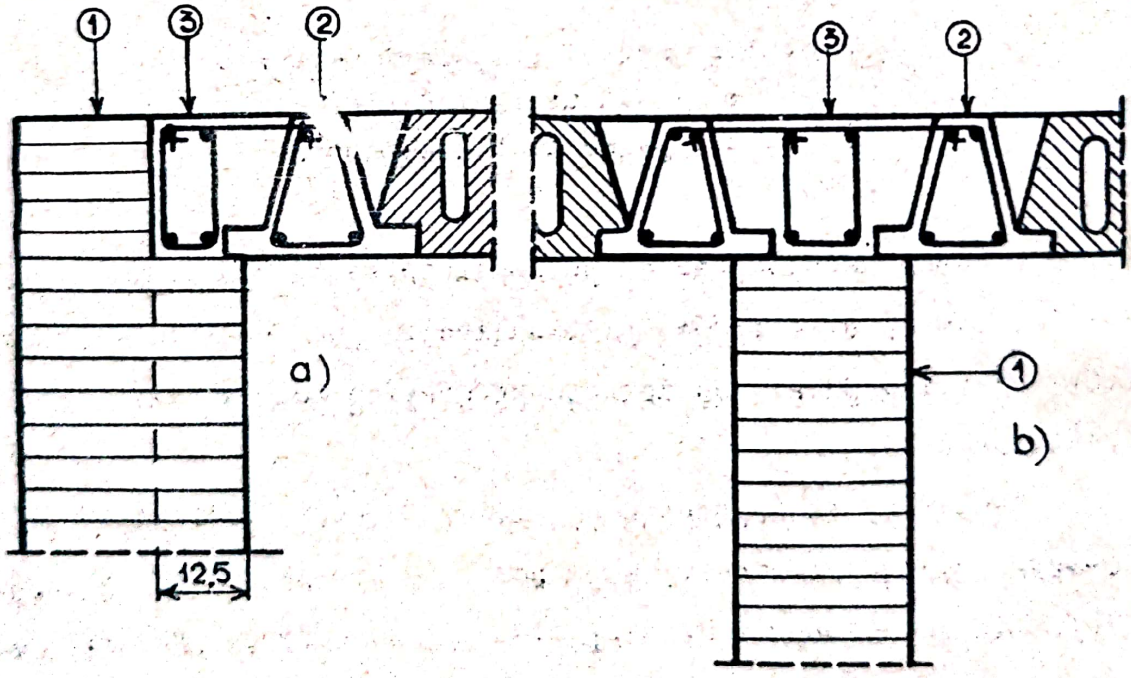


Fig.275.Centuri de ancorare
1-perete; 2-grinzi prefabricate de planşeu; 3-centură de beton armat a) la pereţi exteriori b) la pereţi interiori

curent, sub formă de grinzi pereţi.

Centurile de ancorare au rolul de a asigura conlucrarea elementelor de planşeu şi cornişe cu pereţii. Se prevăd la pereţi exteriori (fig.275 a) sau interiori (fig.275 b).

Centurile de stabilitate, se prevăd la distanţa de 2,00 ...4,00 m, fig.276 la pereţi de subsol, supuşi la împingerea pământului, la pereţi de magazii, silozuri supuşi la împingerea materialelor, la timpane şi frontoane supuse la acţiunea vîntului, la ziduri supuse vibraţiilor provenite de la motoare, poduri rulante.

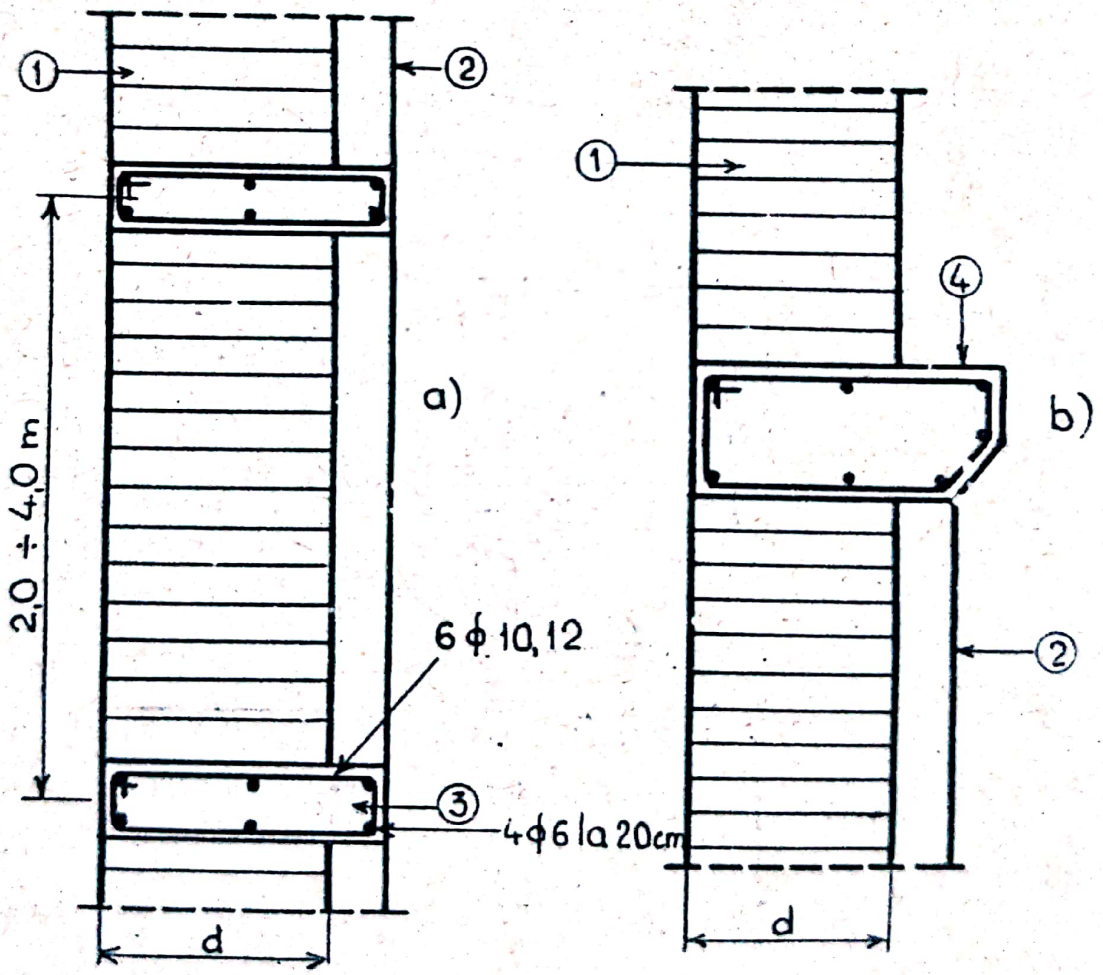


Fig.276. Centuri de stabilitate a) la pereţi timpan cu pilaştri; b) la pereţi cu pilaştri pentru pod rulant;
1 - perete; 2- pilastru; 3-centură; 4-centură - grindă pod rulant

In funcţie de rolul zidăriei şi marca mortarului, centurile de stabilitate se prevăd pentru cazul cînd raportul H/d depăşeşte valorile din tabelul 24.

Tabelul 24

Valori limită H/d

Felul zidăriei	Marca_mortarului				
	2	8	15	30	50
- Ziduri portante	11	13	15	16	17
- Ziduri autoportante	14	16	18	19	20
- Ziduri de umplutură	-	22	27	30	32
- Ziduri despărţitoare	-	-	-	45	50

H - înălţimea etajului; d-grosimea peretelui. Valorile din tabel sînt indicate pentru raportul $\ell / H = 1{,}5...2{,}5$, în care "ℓ" distanţe între zidurile transversale. Dacă $\ell > 2{,}5$ H, centurile sînt ineficace, fiind necesară îndesirea legăturilor verticale.

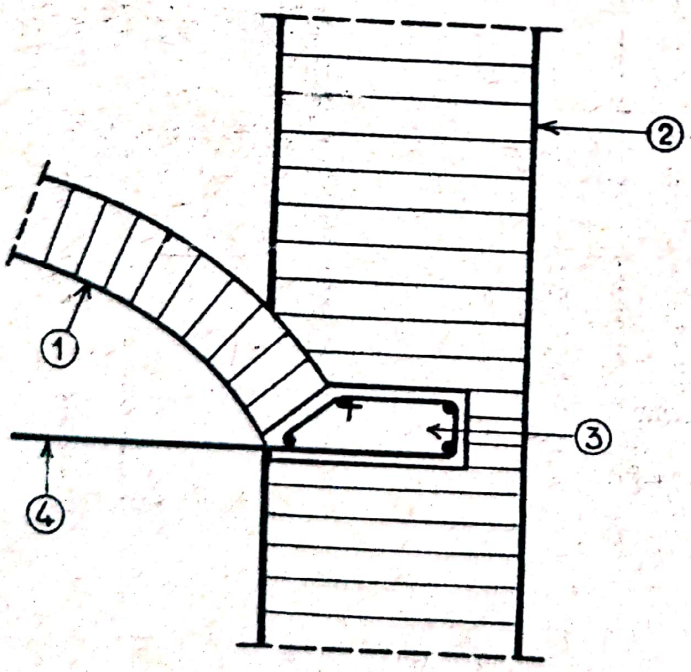


Fig.277. Centuri de repartizare 1-bolţi; 2-perete; 3-centură; 4-tirant

Centurile menţionate mai sus au în general şi rolul de repartizare şi de uniformizare a sarcinilor. La structuri boltite centurile de repartizare au şi rolul de a transmite împingerile la tiranţi sau contraforţi, fiind

armate la solicitări ce acţionează în plan vertical şi orizontal (fig.277).

Centurile din beton armat se realizează în general din beton de aceiaşi marcă cu betonul din planşee B 100, B 150, B 200. Armarea se realizează din oţel beton OL 00 sau OL x 00 cu bare de minimum Ø = 5 mm la etrieri şi minimum Ø = 8 mm la armături longitudinale. Armarea obişnuită se realizează cu armături longitudinale Ø 8,10,12 mm şi etrieri Ø 5,6 mm la 25-30 cm. La colţuri şi ramificaţii se prevede petrecerea armăturilor pe lungimea de 40 cm (fig.278 a,b).

Secţiunea minimă a armăturii longitudinale, în funcţie de rolul centurilor se va lua:

- la centuri de ancorare 1...2 cm^2;
- la centuri antiseismice, de stabilitate şi de repartiţie 2...6 cm^2;
- la centuri de tasare şi la centuri la clădiri supuse vibraţii 3...10 cm^2.

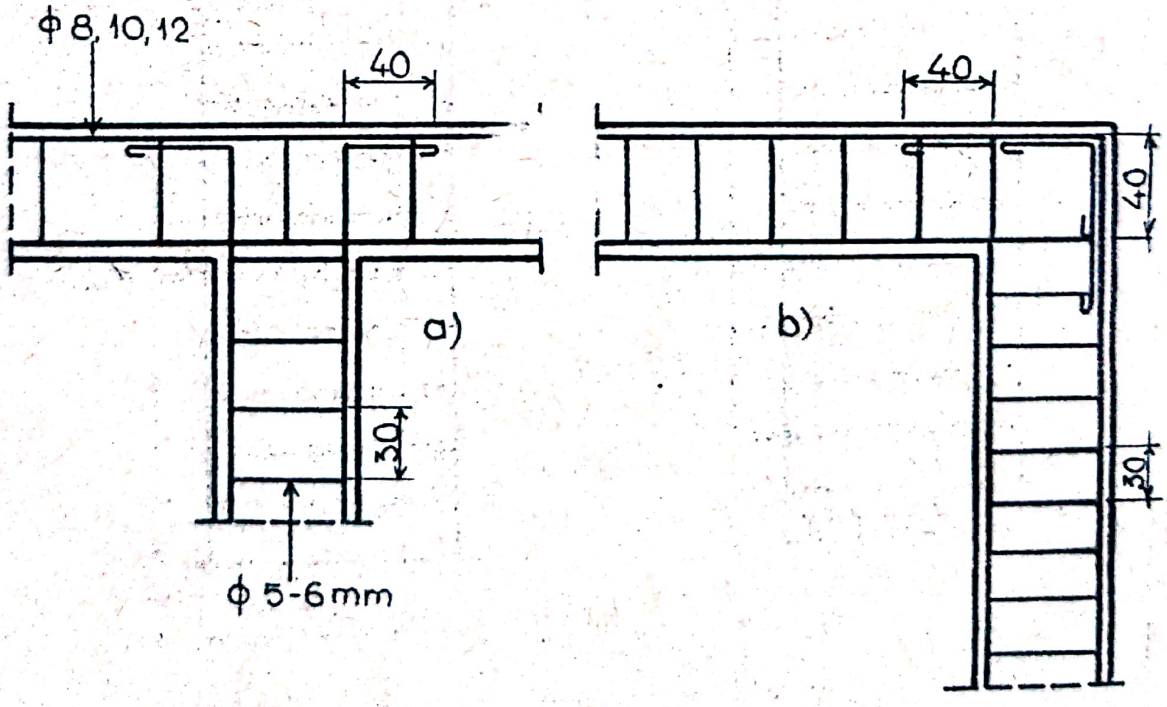


Fig.278. Petrecerea armăturilor la centuri de beton armat a)la ramificaţii b)la colţur

Centurile de zidărie armată se realizează din zidărie de cărămidă sau blocuri de beton. Marca cărămizilor se ia minim 75, a blocurilor de beton minimum 5o şi a mortarului 5o.

Armarea centurilor de ancorare se realizează din 2 bare Ø 5...8 mm (fig.279 a) şi a centurilor antiseismice din 2...6 bare Ø 5...8 mm (fig.279 b).

Calculul exact al acestor elemente de construcţie este dificil datorită condiţiilor specifice de încărcare, rezemare şi rigiditate şi de aceea se adoptă dimensionări constructive. Centurile antiseismice şi de stabilitate, supuse la forţe orizontale, se pot considera cadre orizontale închise sau grinzi continui ce conlucrează cu pereţii.

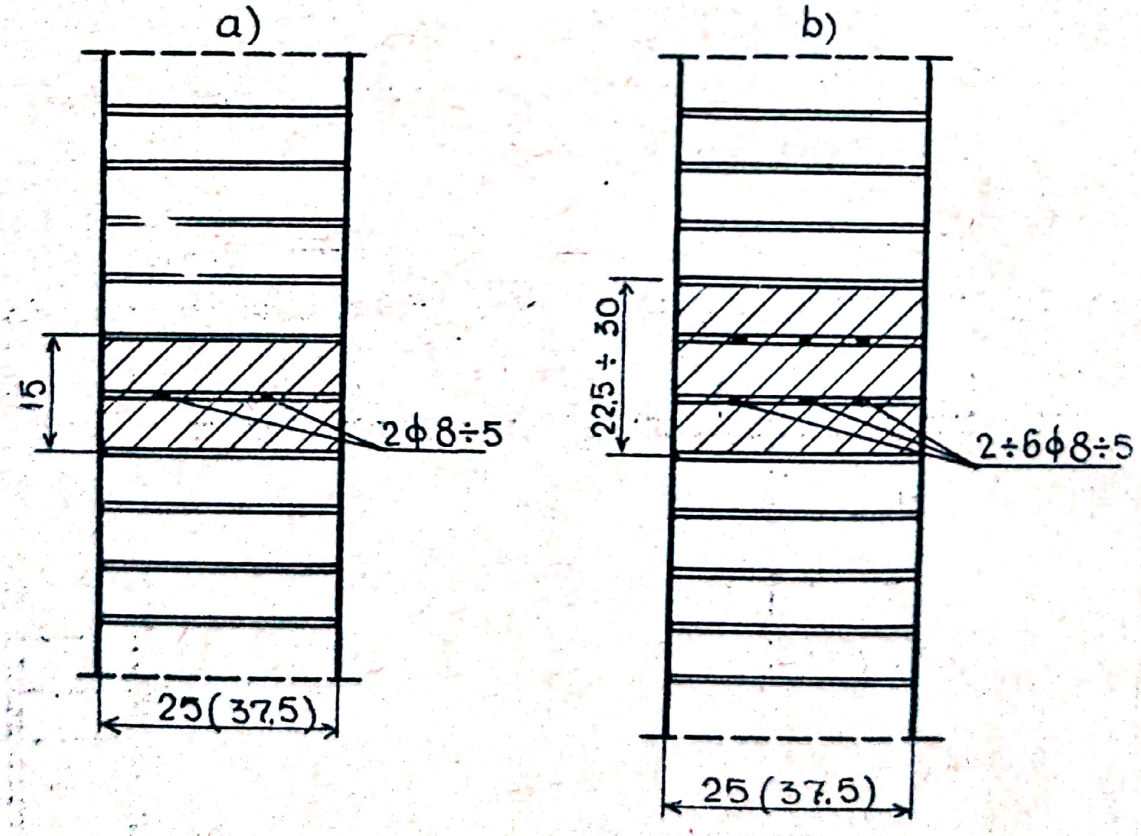


Fig.279. Centuri de zidărie armată
a)de ancorare; b) antiseismice

Calculul centurilor se efectuează numai în cazul unor solicitări importante care pot fi estimate judicios provenind din presiunea vîntului, împingerea pămîntului, acţiuni seismice. Centurile de repartizare se calculează în cazul cînd sînt acţionate de sarcini importante. Centurile de tasare se calculează dacă se pot aprecia condiţiile de tasare ale terenului. In acest caz se consideră că centura conlucrează cu zidăria în condiţiile unei grinzi perete.

In această ipoteză, e raţională prevederea unor armări mai puternice în dreptul grinzilor podului rulant şi în centurile de pereţi şi fundaţii, iar în centurile intermediare o armare mai slabă.

Centurile care servesc la ancorarea balcoanelor sau consolelor cu deschidere mare sînt solicitate la momente de torsiune şi se calculează şi se armează în această ipoteză.

16.5. Coşuri de fum şi de ventilaţii

16.5.1. Consideraţii generale

Coşurile de fum sînt elemente de construcţii prevăzute cu canale verticale pentru evacuarea gazelor din combustie şi a fumului, provenite din procesul de ardere a combustibilului în focarele sobelor, a instalaţiilor de crematoriu şi încălzire. Coşurile de ventilaţie deservesc funcţia de ventilare naturală a încăperilor umede şi mirositoare, avînd drept scop asigurarea unei compoziţii optime a aerului şi condiţii de microclimat admisibile unei exploatări normale.

Funcţionarea optimă a coşurilor de fum şi de ventilaţie depinde de tirajul canalelor care este condiţionat de temperatura şi presiunea aerului din focar sau din încăpere şi a aerului exterior. In general, temperatura aerului interior este mai

mare decît temperatura aerului exterior, $t_i > t_e$ şi ca urmare $\varrho_i < \varrho_e$, iar $p_i < p_e$. Diferenţa de presiune între aerul interior şi exterior caracterizează tirajul canalelor de fum şi de ventilaţie, care se poate exprima cu relaţia:

$$p = h_a \cdot (\varrho_e - \varrho_i) \qquad (172)$$

în care:

- p, tirajul coşului în mm col.H_2O;
- h_a, înălţimea activă a coşului, în m, care trebuie să fie minimum 5,0 m, fiind definită ca distanţa între axul focarului şi partea superioară a coşului (fig.28o);
- ϱ_e, ϱ_i greutatea specifică a aerului exterior şi respectiv interior, în kg/m^3.

Deoarece tirajul coşurilor este proporţional cu diferenţa de temperatură dintre aerul interior şi exterior, canalele de fum se grupează în coşuri care se amplasează în pereţii interiori. Tirajul depinde şi de rezistenţa la frecare a gazelor în canale, care este minimă în cazul canalelor cu axa verticală. In cazul cînd nu se pot evita deviaţii ale coşurilor de la verticală înclinarea canalelor de fum se poate lua de maxim 30°C, pe o înălţime de coş care nu trebuie să depăşească în proiecţie orizontală, 1 m (fig.281).

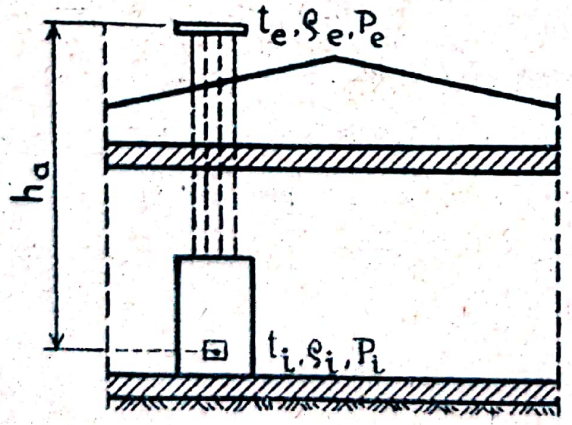


Fig.280. Înălţimea activă a coşului de fum

Rugozitatea suprafeţei interioare a canalului de fum, golurile laterale în rosturile zidăriei, neetanşeităţile şi fisurile zidăriei coşului reduc tirajul prin pătrunderea aerului ex-

tericr rece. Pentru ca frecarea gazelor de pereţii canalului să fie minimă se recomandă căptuşirea interioară cu olane ceramice sau tencuirea interioară şi executarea îngrijită a zidăriei. Luînd în considerare şi influenţa frecării aerului pe suprafaţa interioară a canalului de fum, expresia tirajului efectiv devine:

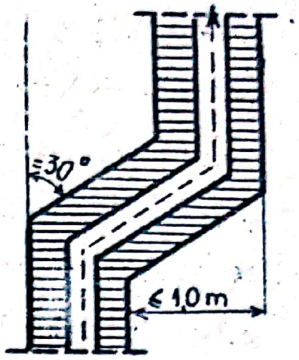


Fig.281. Deviaţia maximă admisibilă de la verticală

$$P_{ef} = (1-f).h_a.(\rho_e - \rho_i) \qquad (173)$$

în care:

- f, coeficientul de frecare a gazelor de suprafaţa interioară a canalului, avînd valoarea medie 0,55.

Pentru evitarea curenţilor de aer între cos şi coamă, ce influenţează negativ tirajul, înălţimea coşului deasupra acoperişului se va lua în funcţie de distanţa faţă de axa verticală ce trece prin creastă (fig.282), astfel:

- partea superioară a coşului va depăşi creasta înveliitorii cu 0,50 m, dacă d < 1,50 m;

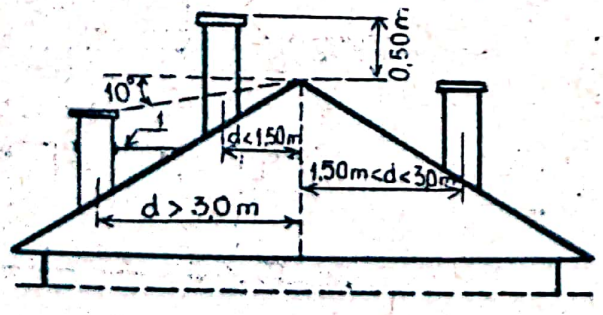


Fig.282. Înălţimea coşului deasupra acoperişului 1 - ancoraj

- coşul se va prevedea pînă la planul orizontal ce trece prin creastă dacă 1,50 m < d < 3,0 m;

- înălţimea coşului deasupra în-

velitorii se va lua pînă la planul ce face un unghi de 10° cu orizontala ce trece prin creasta acoperişului, dacă d > 3,0 m. La înălţimi mari ale coşurilor sînt necesare ancoraje pentru stabilitate. Aceste ancoraje apar necesare şi din condiţia de a asigura stabilitatea la vînt şi cutremur prin modificarea schemei statice a coşului, din grindă verticală în consolă, în grinda încastrată la nivelul acoperişului şi liber rezemată la nivelul ancorajului.

La clădiri cu acoperişuri plane, coronamentul coşului de fum şi de ventilaţie, trebuie să depăşească partea cea mai înaltă a aticului cu cel puţin 1,50 m, (fig.283). Pentru a se realiza o bună funcţionare a sobei este indicat în principiu ca fiecare sobă să fie racordată la un canal propriu de fum care se prevede pe toată înălţimea construcţiei. Cînd nu se poate asigura cîte un canal independent pentru fiecare sobă se admite racordarea a două sobe la acelaşi canal de fum respectîndu-se condiţia ca în cazul a două sobe la acelaşi nivel, distanţa pe verticală între burlanele de racordare să fie cel puţin 1,0 m (fig.284 a), iar la nivele diferite de cel puţin 10,o m (fig.

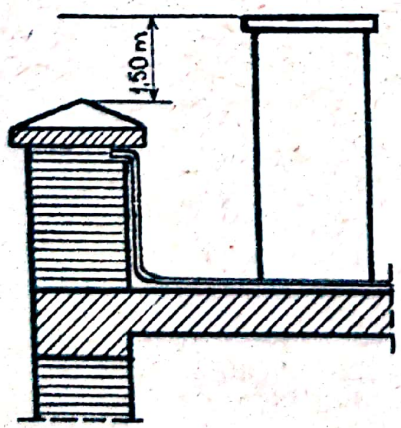


Fig.283. Înălţimea coşului faţă de atic la acoperiş plan

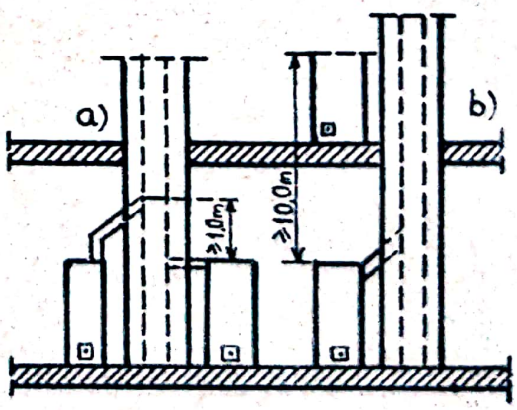


Fig.284.Racordarea sobelor la acelaşi canal; a)la acelaşi etaj; b) la etaje diferite

Scanned with OKEN Scanner

284 b). Burlanele de racordare ale coşurilor se prevăd orizontale dacă lungimea lor nu depăşeşte 0,50 m (fig.285 a) şi înclinate cu cel puţin 10° faţă de orizontală, dacă depăşeşte 0,50 m (fig.285 b).

Pentru a se asigura o bună funcţionare, canalele de fum şi de ventilaţie se grupează în coşuri a căror amplasare în plan orizontal trebuie astfel studiată încît să se evite coamele, crestele, doliile (fig.286 a,b,c), deoarece se creează discontinuităţi în elementele structurii de rezistenţă a acoperişului, iar în cazul şarpantelor de lemn intervine şi pericolul de incendiu.

In cazul amplasării coşului cu latura lungă paralelă cu creasta (fig.286 d) intervine o suprafaţă mare expusă apelor din precipitaţii, de aceea poziţiile "e" şi "f" ale coşurilor, fig.286, cu latura scurtă paralelă cu creasta apar cele mai judicioase.

Exploatarea corespunzătoare a coşurilor de fum implică curăţirea periodică prin vizitarea canalelor, la nivelul subsolului sau demisolului, în care scop, cînd este posibil, se prelungesc pînă la nivelul cel mai de jos şi se prevăd cu uşi

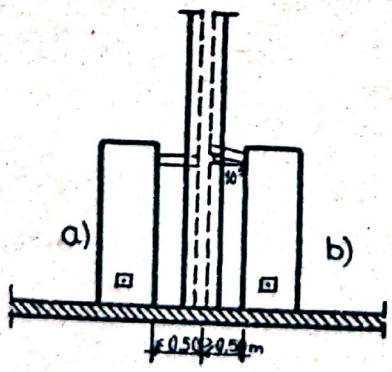


Fig.285. Inclinarea burlanului de racordare în canalul de fum a) orizontal;b) înclinat

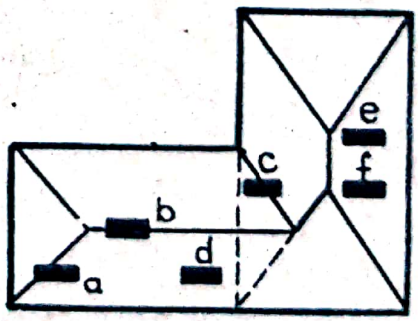


Fig.286. Poziţia în plan a coşurilor de fum faţă de elementele acoperişului

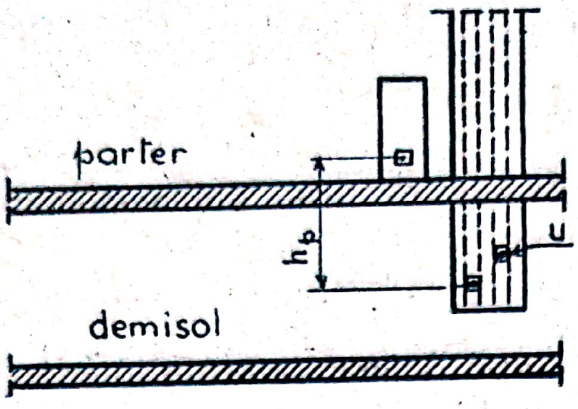


Fig.287. Uşile de control la demisol pentru curăţiea canalelor de fum(a)

ţe de control (fig. 287), amplasate la înălţimi diferite, pentru a nu conduce la slăbiri ale secţiunilor de zidărie. Distanţa între grătarul cenuşarului sobei şi uşiţa de control a canalului la care este racordat caracterizează înălţimea pasivă, de depozitare a funinginii şi zgurii şi în general a suspensiilor solide din ardere, avînd valoarea:

$$h_p = \frac{1}{10} \cdot h_a \qquad (174)$$

Secţiunile minime ale canalelor de fum depind de mărimea suprafeţelor sobelor ce le deservesc, luîndu-se constructiv astfel:

- pentru sobe ceramice cu suprafaţa de încălzire S_i=4,00 m^2 şi sobe metalice cu S_i = 0,50 m^2 se prevăd canale de fum de 12,5 x 12,5 cm;

- pentru sobe cu 4,00 $m^2 < S_i < 5,50\ m^2$, sînt necesare canale de fum de 12,5 x 19 cm;

- pentru sobe cu 5,50 $m^2 < S_i < 7,50\ m^2$ se prevăd canale de 19 x 19 cm;

- pentru sobe cu $S_i > 7,50\ m^2$ se adoptă canale de 19 x 25 cm.

16.5. Alcătuirea constructivă

Coşurile se prevăd obişnuit în zidăria pereţilor şi ca elemente independente de la nivelul planşeului de pod pînă deasupra acoperişului. Amplasarea coşurilor de fum se realizează

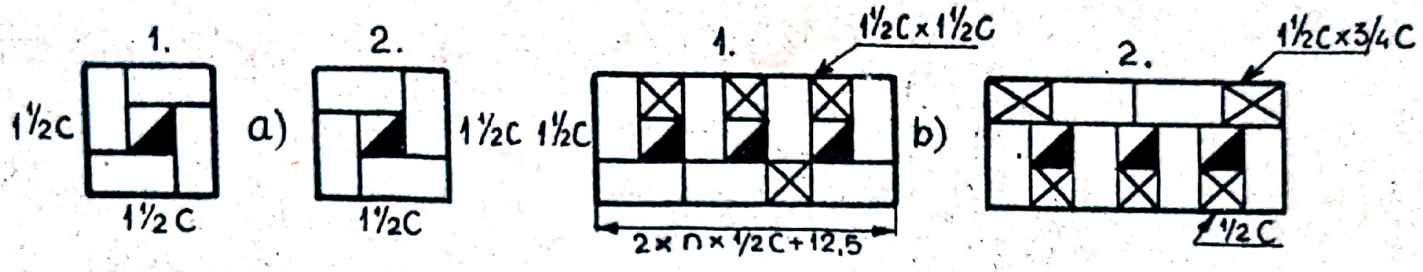


Fig.288. Coşuri independente a) cu un canal; b) cu mai multe canale

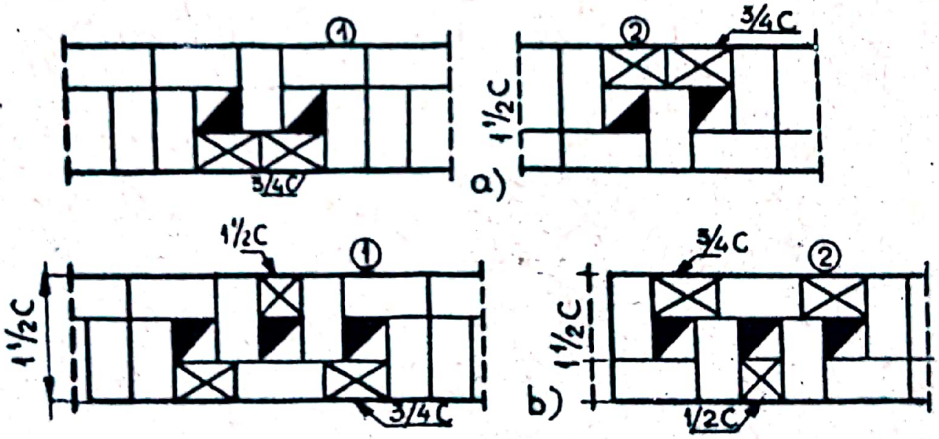


Fig.289. Coşuri cu mai multe canale în pereţi a)cu 2 canale; b)cu 3 canale

în pereţi (fig.289). Grosimea minimă a zidăriei coşurilor independente sau a pereţilor se ia o cărămidă şi jumătate pentru a realiza în jurul coşului o grosime a zidăriei de cel puţin o jumătate de cărămidă. Lungimea " ℓ " a coşului se ia multiplu de jumătate de cărămidă (12,5 cm) şi depinde de numărul "n" al canalelor de fum:

$$\ell = (2 \times n \times 12{,}5 + 12{,}5)\ \text{cm} \qquad (175)$$

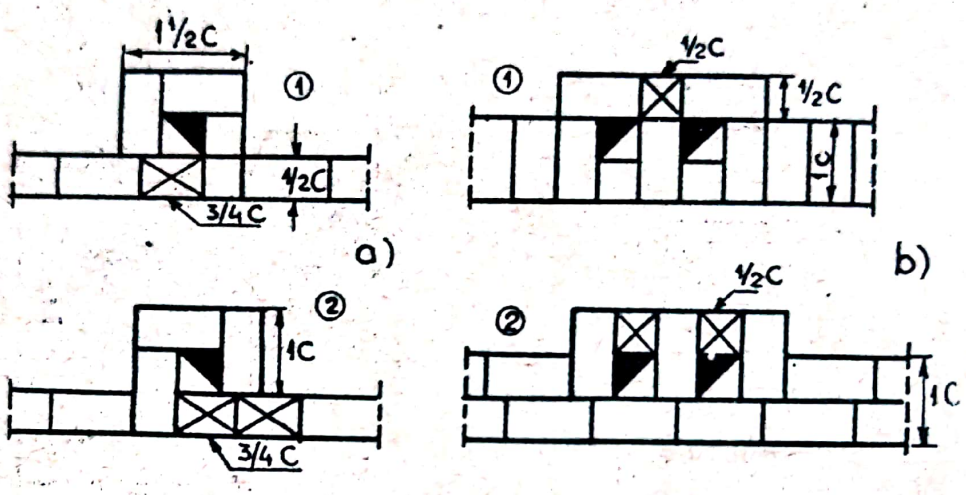


Fig.290. Coşuri de fum la pereţi de grosimi diferite
a) pereţi de jumătate de cărămidă, b) de o cărămidă

La grosimi de pereţi mai mici de o cărămidă şi jumătate, zidăria coşurilor de fum se ia corespunzător acestei grosimi pe o lungime ce depinde de numărul canalelor (fig.290). Pentru o bună funcţionare, canalele de fum se grupează cu canalele de ventilaţie în coşuri comune (fig.291). Executarea zidăriei coşurilor se realizează după principiile legăturilor obligatorii la fiecare rînd. La amplasarea coşuri-

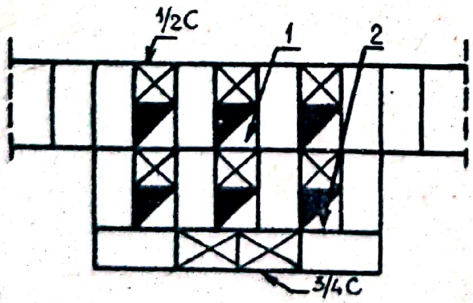


Fig.291. Coş de fum şi de ventilaţie 1-canal de fum; 2 - canal de ventilaţie

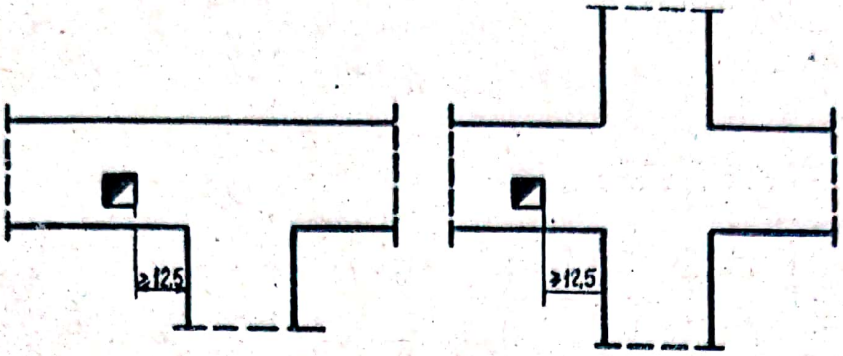
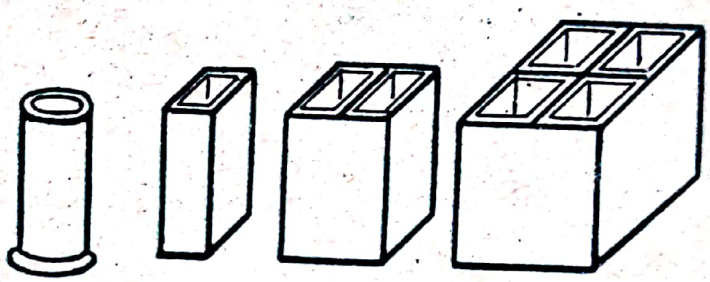


Fig.292
Poziţia canalelor de fum la ramificaţie şi intersecţii

Fig.293
Corpuri ceramice pentru căptuşirea canalelor de fum



lor în pereţi se va urmări respectarea unei distanţe de cel puţin jumătate de cărămidă faţă de ramificaţii şi intersecţii, pentru a nu conduce la slăbirea zidăriei (fig.292). Zidăria coşurilor de fum se realizează cu mortar de var şi ciment pentru a se obţine o bună etanşeitate şi comportare la variaţiile de temperatură. Pentru a se obţine suprafeţe interioare netede şi etanşe, se pot folosi olane sau corpuri ceramice (fig.293), cu unul sau patru canale, care căptuşesc coşurile de fum asigurînd o rezistenţă minimă la circulaţia gazelor şi la acţiunea sulfului din fum. Căptuşirea canalului de fum cu olane se realizează odată cu execuţia zidăriei coşului, asigurîndu-se o umplere bună cu mortar a mufelor olanelor (fig.294) şi a spaţiului dintre zidărie şi olane.

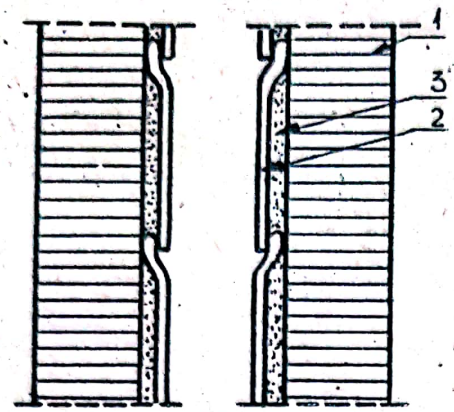


Fig.294. Căptuşirea canalelor de fum cu olane ceramice, 1-zidărie; 2-olane 3-mortar

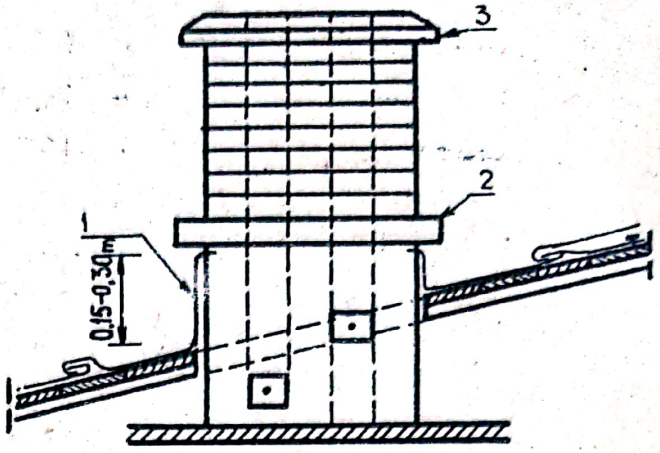


Fig.295. Uşiţe de control la coşuri în pod 1-şorţ de tablă; 2-brîu; 3-coronament

Pentru asigurarea controlului la curăţirea coşului se prevăd uşiţe de vizitare în pod (fig.295). Uşiţele de control se dispun alternativ pe feţele opuse ale coşului, decalate între ele cu 3...4 asize de cărămidă. Pentru asigurarea protecţiei hidrofuge, în jurul coşului se prevede şorţ de tablă introdus în rosturile zidăriei sub brîu şi racordat cu învelitoarea la partea inferioară. Partea superioară a coşului se poate realiza cu coronament de zidărie sau de beton cu panta de 1/15. Suprafaţa exterioară a coşului se tencuieşte cu mortar de ciment-var sau se rostuieşte cu mortar de ciment în cazul zidăriei aparente, dacă se dispune de cărămizi rezistente la umiditate şi îngheţ-dezgheţ. Pentru activarea tirajului se pot prevedea găuri oblice la partea superioară a coşului, imediat sub coronament şi deflector din tablă, ce acţionează ca un aspirator de fum (fig.296).

La construcţii cu pereţi inflamabili se prevăd măsuri de protecţie contra focului. Intre peretele de lemn şi sobă sau

coş de fum se interpun foi de azbest (fig.297), zidărie pe cant sau beton.

Pentru realizarea coşurilor de fum şi de ventilaţie se pot folosi elemente prefabricate din beton cu unul sau mai multe canale, căptuşite cu olane ceramice la coşuri de ventilaţie (fig.298). Blocurile prefa-

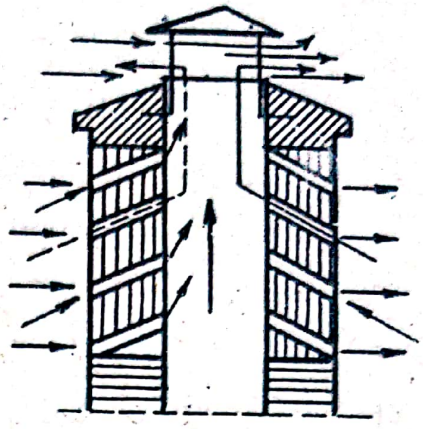


Fig.296. Coş de fum cu găuri laterale, oblice şi deflector

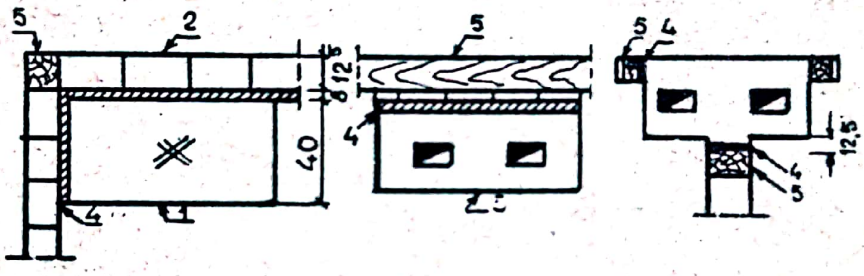


Fig.297. Protecţia sobei şi coşurilor de fum contra incendiilor. 1-sobă; 2-perete; 3-coş de fum; 4-azbest; 5-lemn

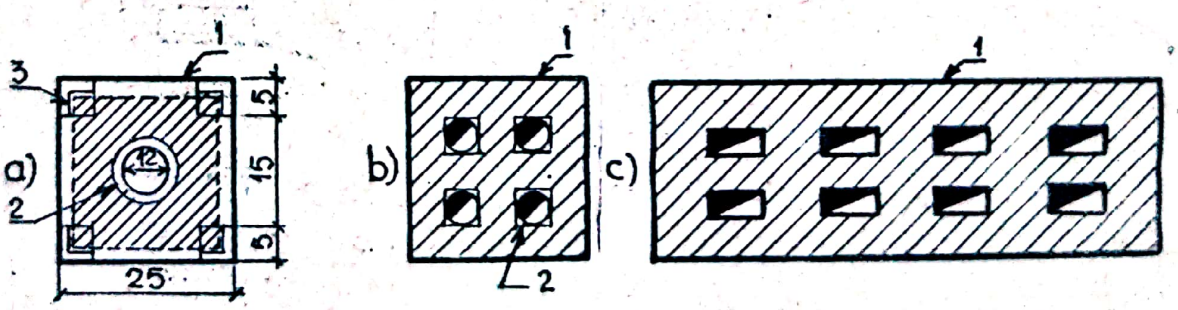


Fig.298. Blocuri prefabricate a)cu un canal de fum; b) cu patru canale de fum; c) cu mai multe canale pentru ventilaţie; 1-beton; 2-olan ceramic; 3-armătură

bricate pentru coşuri de fum se confecţionează din betoane rezistente la acţiunea corozivă a fumului şi gazelor. Mortarul folosit la executarea zidăriei coşurilor se realizează cu ciment metalurgic. Conlucrarea blocurilor prefabricate se realizează cu ajutorul armăturilor, etrierilor şi betonului de montaj.

16.6. Cornişe şi aticuri

Cornişele sînt elemente ale pereţilor dispuse orizontal, la partea superioară cu rol de protecţie contra intemperiilor şi de a satisface cerinţe de plastică a faţadelor. Forma şi construcţia cornişelor depind de importanţa clădirii şi de poziţia acestora pe înălţimea peretelui.

In general se deosebesc:

- cornişe principale sau de coronament, care caracterizează porţiunea terminală, superioară a pereţilor (fig.299 a);

- cornişe intermediare, denumite şi brîie (fig.299 b), care împart faţada clădirii în fîşii orizontale, dispuse la diferite înălţimi, obişnuit în dreptul planşeelor;

- ancadramente la partea superioară a golurilor de fe-

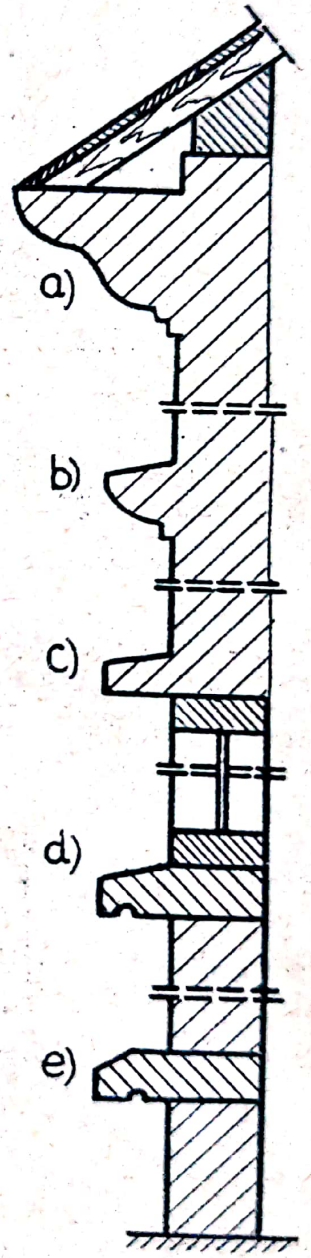


Fig.299. Elemente profilate la pereţi a)cornişă; b)brîu; c)ancadrament; d)solbanc; e)soclu

restre realizate ca ieşinduri ale buiandrugilor (fig.299 c);

- solbancuri (fig.299 d);

- cornişe de soclu (fig.299 e) la partea inferioară a pereţilor.

Cornişele sînt elementele de construcţie cele mai expuse la intemperii şi îngheţ-dezgheţ şi de aceea necesită materiale rezistente la umiditate şi îngheţ. După natura materialelor din care se pot realiza distingem:

- cornişe din zidărie de cărămidă, zidărie armată;

- cornişe din blocuri de piatră naturală, beton sau ceramică;

- cornişe din beton armat;

- cornişe din tencuială pe schelet metalic, rabiţ şi lemn;

- cornişe din mortar de ciment.

Construcţia şi alcătuirea cornişelor depinde de mărimea efectului de consolă a acestora, de sistemul constructiv şi structura de rezistenţă a clădirii, de finisajele exterioare preconizate. La faţade din zidării aparente se pot adopta

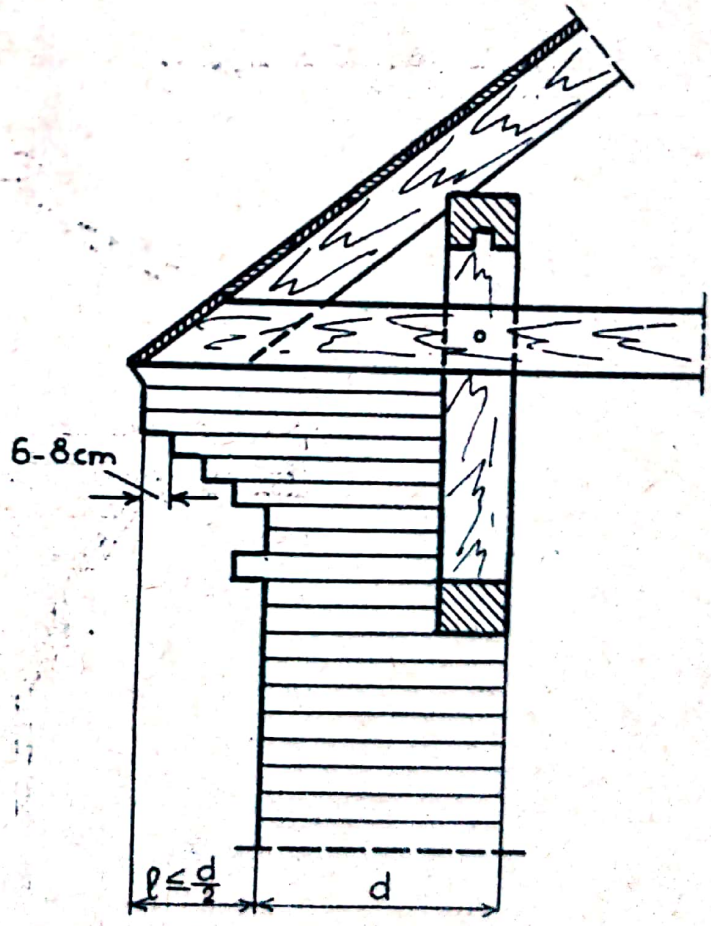


Fig.300. Cornişă din zidărie de cărămidă aparentă

cornişe din zidării de cărămidă, rostuite cu mortar de ciment, de marcă minimum 25, executate la exterior cu un anumit profil, avînd deschiderea de maxim $\frac{d}{2}$ (fig.300, "d" fiind grosimea zidului.

La construcţii existente, cu deschideri mai mari ale consoalelor cornişelor, se întîlnesc profile de oţel laminat, în formă de T, prevăzute la distanţe de 25 cm, pe care reazimă zidăria (fig.301). La deschideri mai mari este necesară ancorarea profilelor metalice, în cazul cînd lungimea consolei $> \frac{3}{4}$ d. Ancorele din oţel rotund avînd Ø = 20...25 mm, se

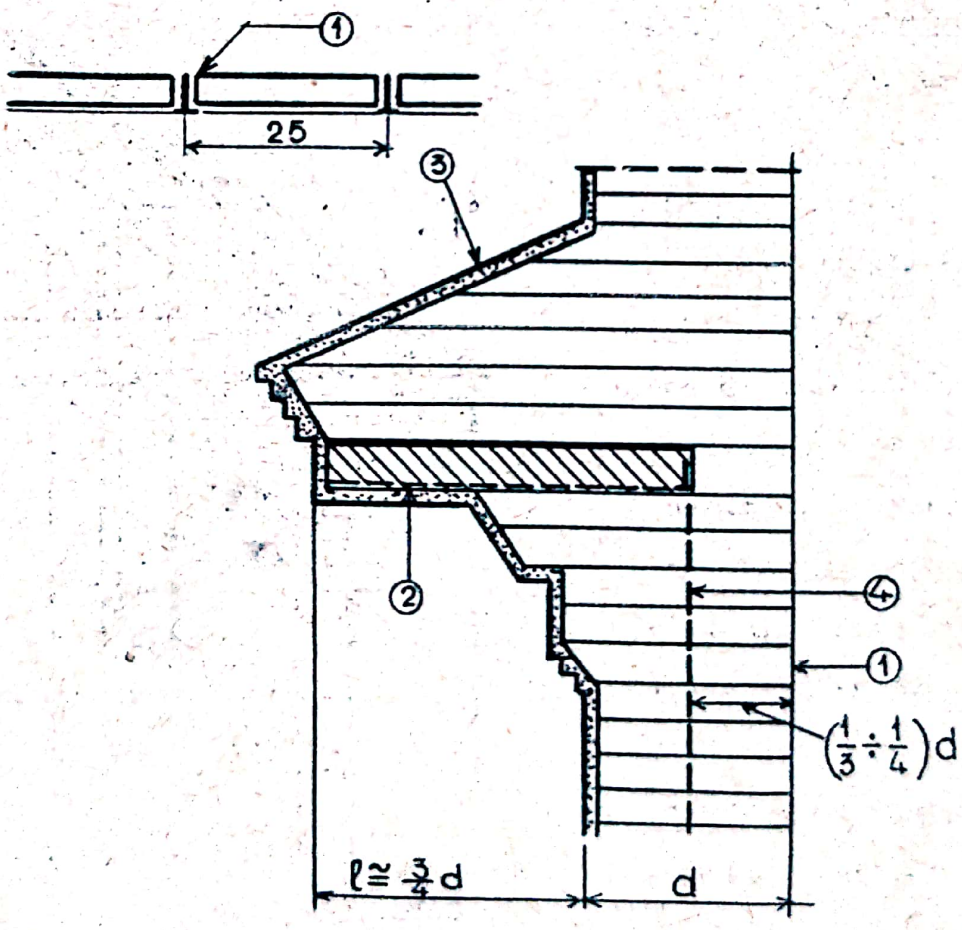


Fig.301. Cornişe din zidărie pe console metalice 1-zidărie; 2-profil din oţel laminat; 3-mortar; 4-ancoraj

dispun de distanţe de (1/3...1/4) d în raport cu suprafaţa interioară a peretelui. Ancorele realizate din oţel lat cu secţiunea de 40 x 8...50 x 10 mm, sînt prevăzute cu urechi la extremităţi prin care se petrec bare de oţel de secţiune dreptunghiulară, dispuse de-a lungul zidului. Distanţa dintre ancore este de 1,0...2,0 m. Paramentul cornişelor se realizează din mortar de ciment, după un anumit profil. Susţinerea consolei cornişei se poate realiza din elemente de piatră sau beton armat ancorate în masa peretelui (fig.302).

La lungimi mai mari, cornişele se pot realiza din beton armat. Cornişele de beton armat monolit formează obişnuit corp comun cu centura(fig.303 a)şi uneori cu planşeul ultimului etaj

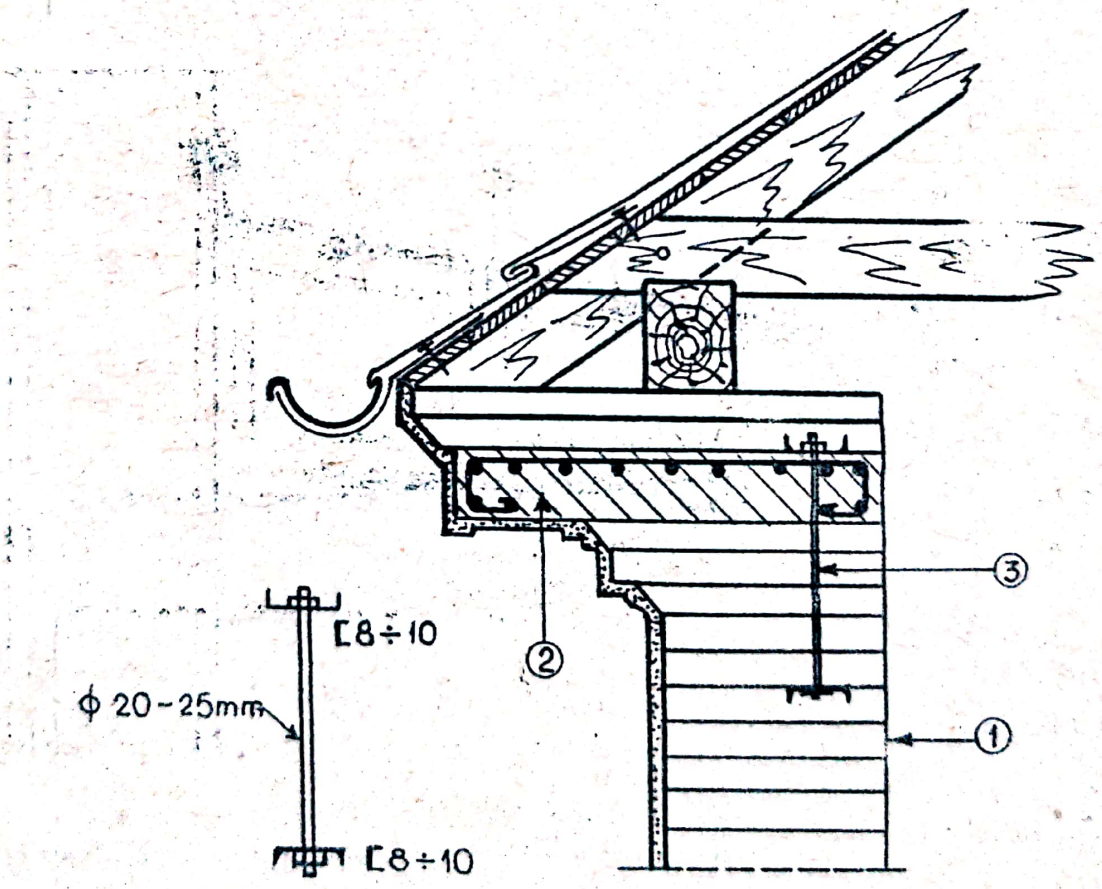


Fig.302. Consolă din zidărie de cărămidă şi consolă de beton armat 1-zidărie; 2-beton armat; 3-ancoraj

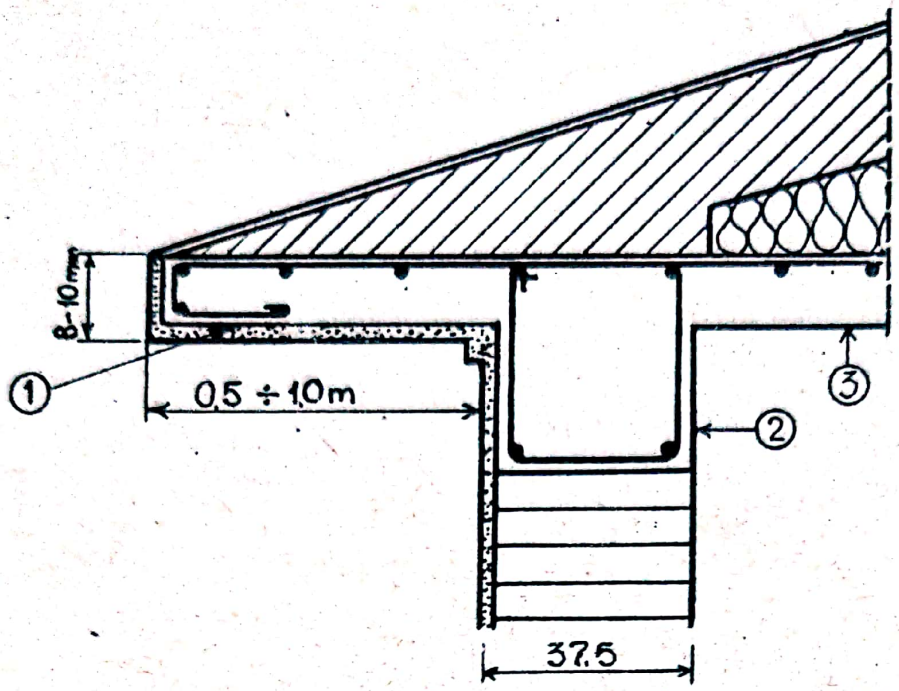


Fig.303. Cornișe de beton armat neacoperite
1-cornișă; 2-centură; 3-planșeu

(fig. 303 b). După sistemul de acoperiș, cornișele pot fi acoperite sau neacoperite.

Pe măsura industrializării construcțiilor se remarcă folosirea prefabricatelor de beton și la realizarea cornișelor(fig. 304). Ancorajele

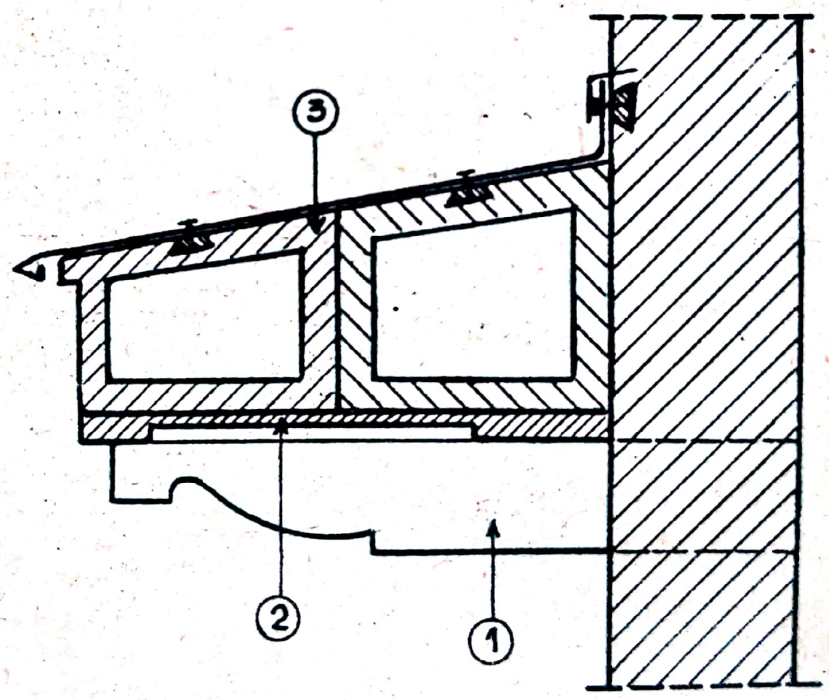


Fig.304. Cornișe din beton prefabricat
1-consolă din beton prefabricat; 2-placă prebaricată de beton armat; 3-blocuri de cornișă din beton de zgură

Scanned with OKEN Scanner

elementelor prefabricate se protejează cu mortar de ciment de cel puţin 3 cm grosime şi marcă 25. Elementele prefabricate de cornişe sînt prevăzute cu profile din confecţionare şi sînt prefinisate.

La proiectele de pancuri mari adoptate în R.S.România, fig.305, elementele de cornişă verticale din beton se ancorează cu armături de mustăţile mecanice prevăzute în planşeul ultimului etaj. Armătura de ancorare se protejează contra coroziunii.

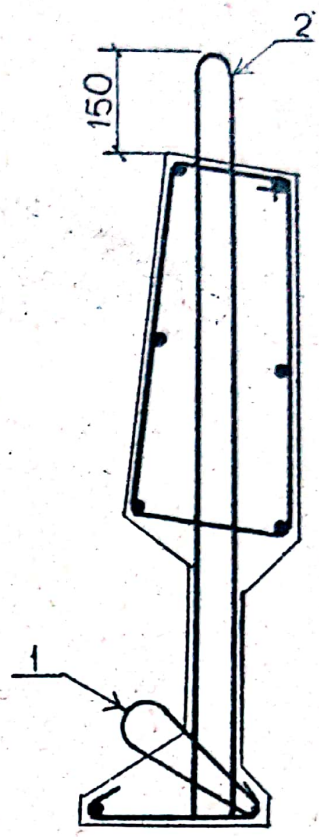


Fig.305. Element prefabricat de cornişă 1-armătură de ancoraj; 2-mustăţi centură

La clădiri de importanţă mai mică, cu acoperişuri de lemn, se pot adopta cornişe de lemn, sub formă de cărpiori aparenţi profilaţi (fig.306) sau sub formă de streaşină înfundată cu căptuşeli de lemn (fig.307).

Cornişele intermediare se prevăd cu scop ornamental şi se dispun în dreptul planşeelor sau al solbancurilor. Se pot realiza din următoarele materiale:

- Zidărie de cărămidă, aparentă sau tencuită cu mortar de ciment şi la deschideri mai mari acoperite cu şorţ de tablă (fig.308);

- Blocuri de piatră naturală sau beton (fig.309).

Cornişele pot fi: înglobate în perete (fig.309 a); ieşinde (fig.309 b); cu lăcrimar (fig.309 c); profilate (fig.309 d); cu şorţ de acoperire din tablă (fig.309 e).

La pereţi de rezistenţă din materiale uşoare se recomandă

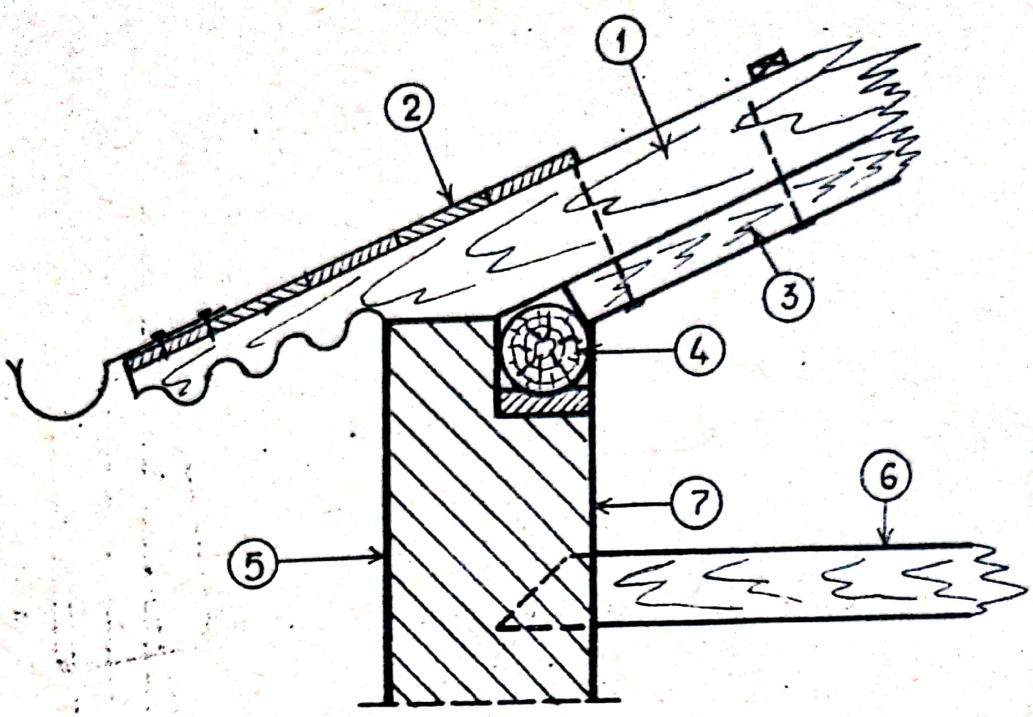


Fig.306. Cornişe de lemn cu căpriori aparenţi 1-căprior; 2-asterială; 3-subcăprior; 4-tală; 5-perete; 6-planşeu;7-ancoraj;

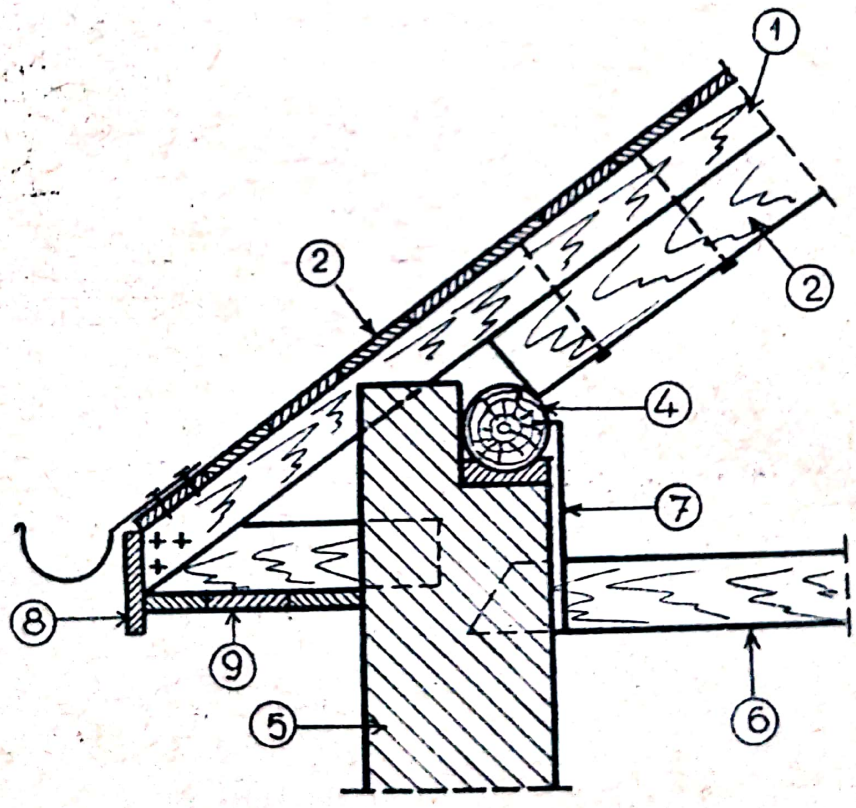


Fig.307. Cornişă cu streaşină înfundată şi căptuşeală
1-căprior; 2-asterială; 3-subcăprior; 4-talpă; 5-perete
6-planşeu; 7-ancoraj; 8-pozie; 9-căptuşeală

Scanned with OKEN Scanner

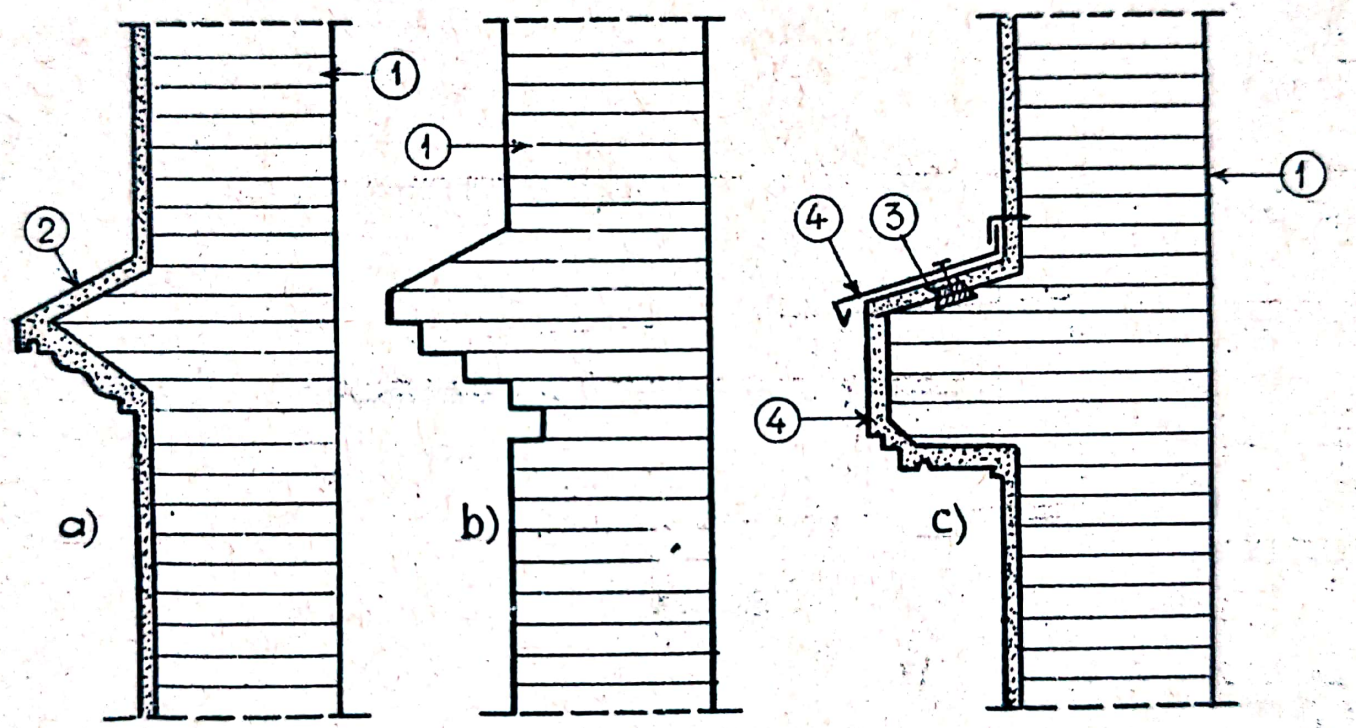


Fig.308. Cornişe secundare din zidărie de cărămidă
a) tencuite; b) zidărie aparentă; c)acoperite cu şorţ de tablă
1-perete; 2-tencuială; 3-ulblu; 4-şorţ tablă

Scanned with OKEN Scanner

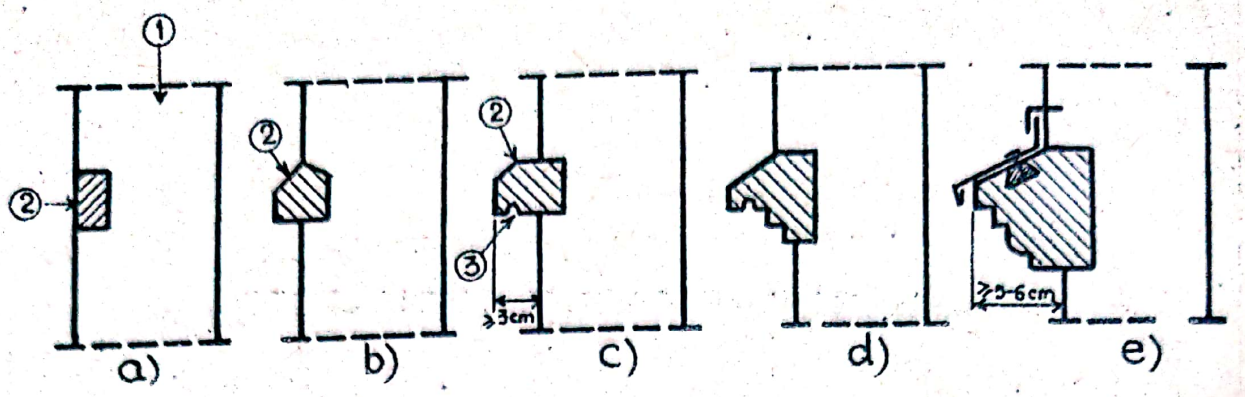


Fig.309. Cornişe şi brîuri de piatră

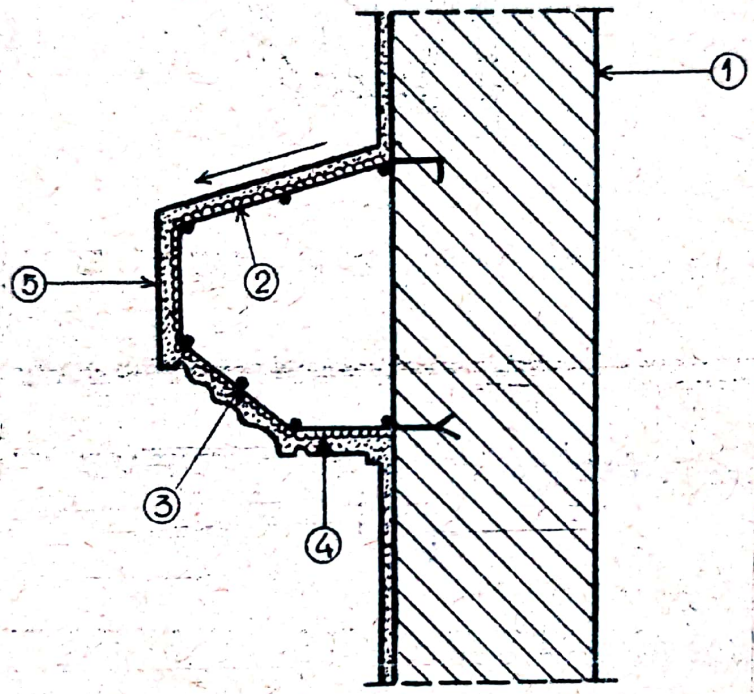


Fig.310. Cornişe false pe schelet metalic tencuite
1-perete; 2-fier lat sau oţel beton; 3-armătură longitudinală
4-rabiţ; 5-tencuială

cornişe false, ce pot fi realizate din tencuieli pe rabiţ, montat pe schelet din oţel beton sau platbande metalice, dispuse în lungul zidului la 50...60 cm (fig.310).

La acoperişuri terasă, cornişa maschează panta învelitorii, realizîndu-se deasupra planşeului ultimului etaj prin pre-

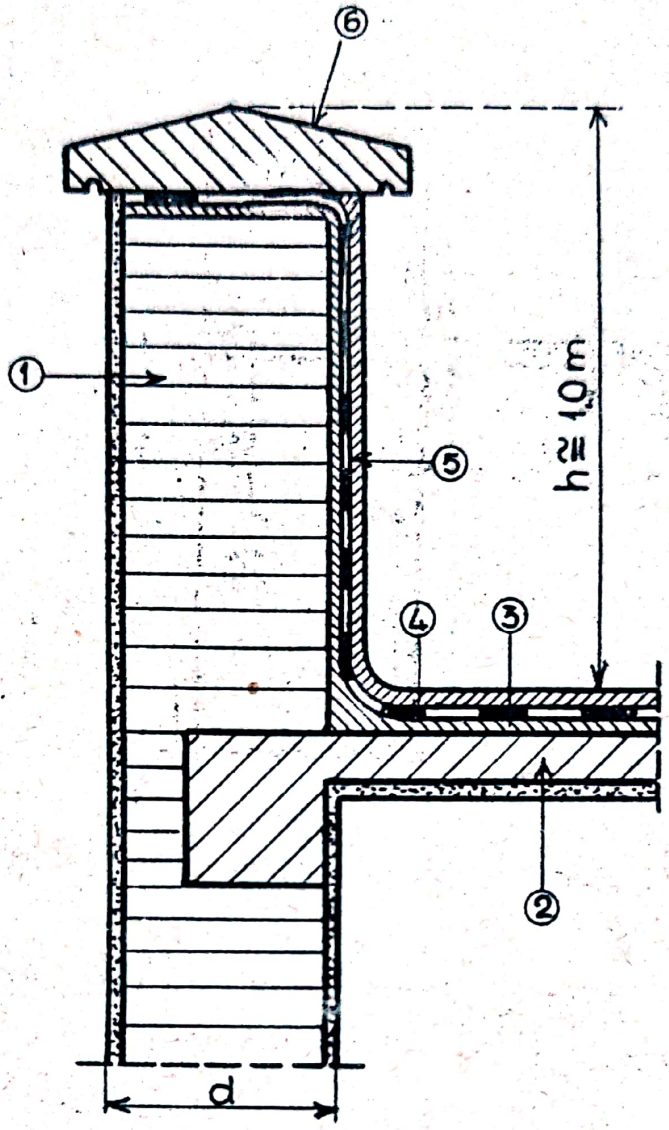


Fig.311. Atic 1-zidăria aticului; 2-planşeu; 3-tencuială suport; 4-izolaţie hidrofugă; 5-strat protecţie; 6-coronament.

lungirea pereţilor şi purtînd denumirea de atic, (fig.311).

Zidăria aticului se poate realiza ca un parapet balustradă, cu înălţimea de cca. 1,0 m.

Dacă raportul $\frac{h}{d} < 3$, zidăria parapetului se realizează din acelaşi mortar ca şi peretele. Dacă $\frac{h}{d} > 3$, marca mortarului la zidăria aticului se ia cel puţin 25 . Aticul este protajat de intemperii cu un coronament alcătuit dintr-o placă

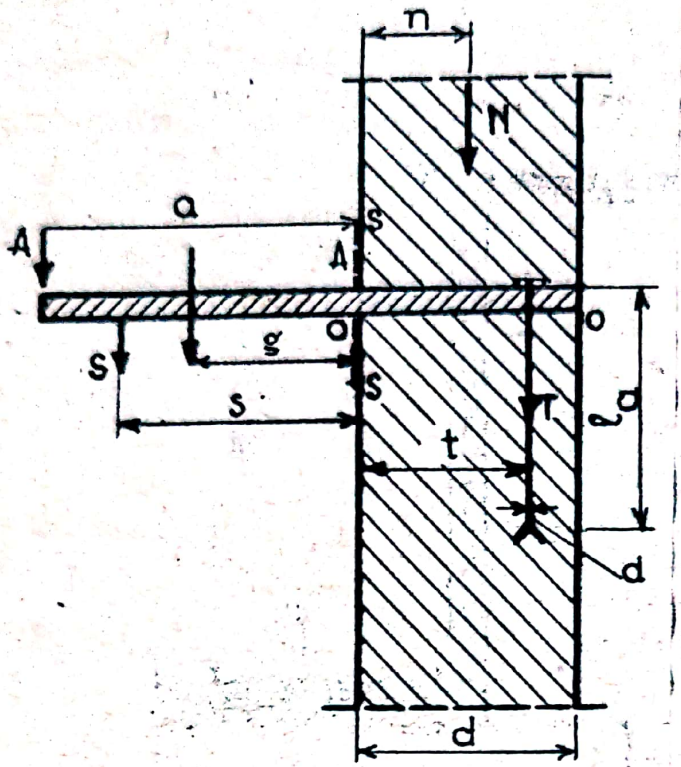


Fig.312. Schema de calcul a cornişei.

de beton de 8...10 cm grosime, tencuit cu mortar de ciment şclivisit sau se acoperă cu o copertină de tablă galvanizată prevăzută cu lăcrimare pe ambele părţi. Protecţia hidrofugă a aticului se realizează şi prin prelungirea hidroizolaţiei pînă sub copertina acestuia.

Sub acţiunea încărcărilor şi solicitărilor exterioare, la calculul cornişelor intervin următoarele verificări:

a. Calculul la stabilitate (fig.312). Se consideră că rotirea datorită răsturnării poate avea loc în jurul punctului A.

Momentul de răsturnare are expresia:

$$M_r = A.a + S.s + G.g \quad kg\ m \qquad (175)$$

A - sarcina transmisă de acoperiş, în kg;

S - sarcina din schela suspendată, în kg;

G - greutatea cornişei, în kg.

Momentul de stabilitate se calculează cu relaţia:

$$M_s = N.n \quad kg\ m \qquad (176)$$

în care:

N - greutatea acoperişului şi a zidăriei de deasupra cor-

nişei, în kg;

n - distanţa de la sarcină la suprafaţa exterioară a peretelui, în m.

Intre momentele de răsturnare şi stabilitate trebuie să existe relaţia:

$$M_r < M_s \quad \text{sau} \quad M_s = C\,M_r \qquad (177)$$

în care C - coeficientul de stabilitate, cu valoarea 1,2..1,5.

In cazul cînd sarcina N este mică apare necesară ancorarea cornişei. Forţa T din ancoraj se calculează din relaţia:

$$M_s = N.n + T.t \qquad (178)$$

b. Verificarea secţiunii s- s la încovoiere şi forfecare, avînd în vedere momentele încovoietoare şi forţele tăietoare ce intervin:

$$M_{s-s} = A.a + S.s + G.g;\ Q = A + S + G \qquad (179)$$

La calculul secţiunii s-s se vor avea în vedere caracteristicile materialelor din care este realizată cornişa.

c. Calculul ancorajului.

Valoarea suprafeţei ancorajului rezultă din ecuaţia de echilibru în stadiu de rupere:

$$A_a \cdot \sigma_c = T_r = KT = \frac{\pi . d^2}{4} \cdot \sigma_c \qquad (180)$$

Lungimea de ancorare l_a, se poate obţine din relaţia:

$$\pi . d_a . l_a \cdot \sigma_{a\ dez} = T. \qquad (181)$$

Piuliţa ancorajului se va calcula la strivire şi forfecare.

d. Verificarea la compresiune excentrică a secţiunii orizontale O-O a zidăriei, se obţine folosind expresia:

$$N_r = K.N_o = \frac{A\,R\,\varphi}{1 + \frac{e_o}{2\,d}} \qquad (182)$$

în care:

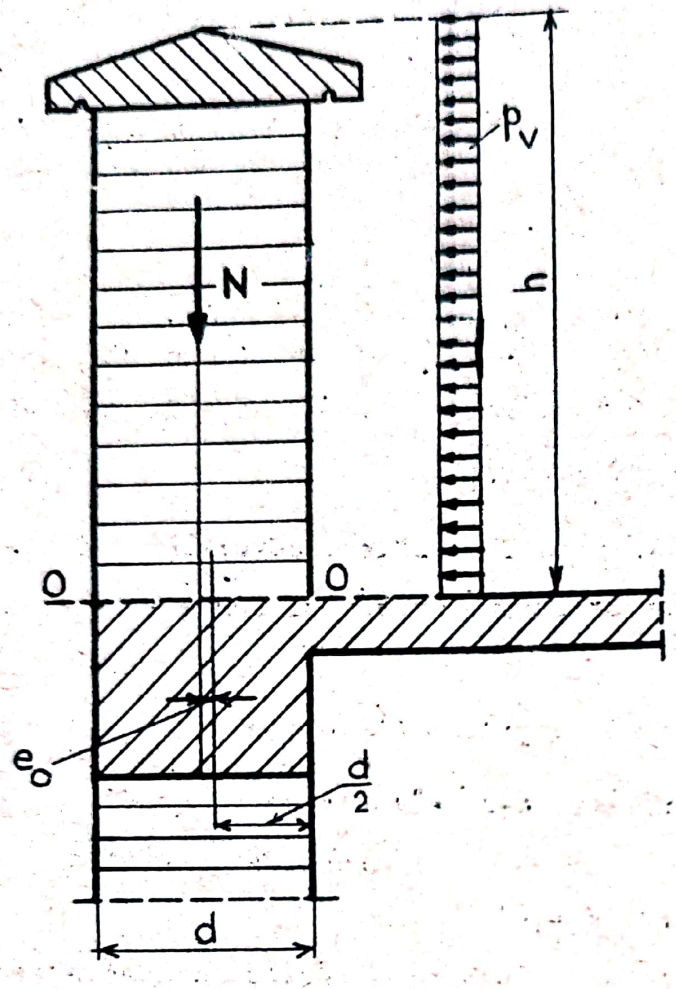


Fig.313. Verificarea aticului la compresiune excentrică

N_o - forţa longitudinală admisibilă, în kg;

e_o - excentricitatea forţei longitudinale, în cm.

In cazul aticului, la calculul secţiunii orizontale 0-0, la compresiune excentrică, se va avea în vedere în afară de excentricitatea forţei longitudinale şi acţiunea momentului încovoietor datorită vîntului (fig.313).

Excentricitatea de calcul se va estima cu expresia:

$$e = e_o + \frac{\frac{p_v \cdot h^2}{2}}{N} \qquad (183)$$

în care p_v - presiunea dinamică a vîntului la înălţimea construcţiei, în kg/ m^2.

Este necesar să fie îndeplinită inegalitatea $N_o \geq N$, în care N este mărimea forţei longitudinale totale efective ce acţionează la nivelul secţiunii de calcul.

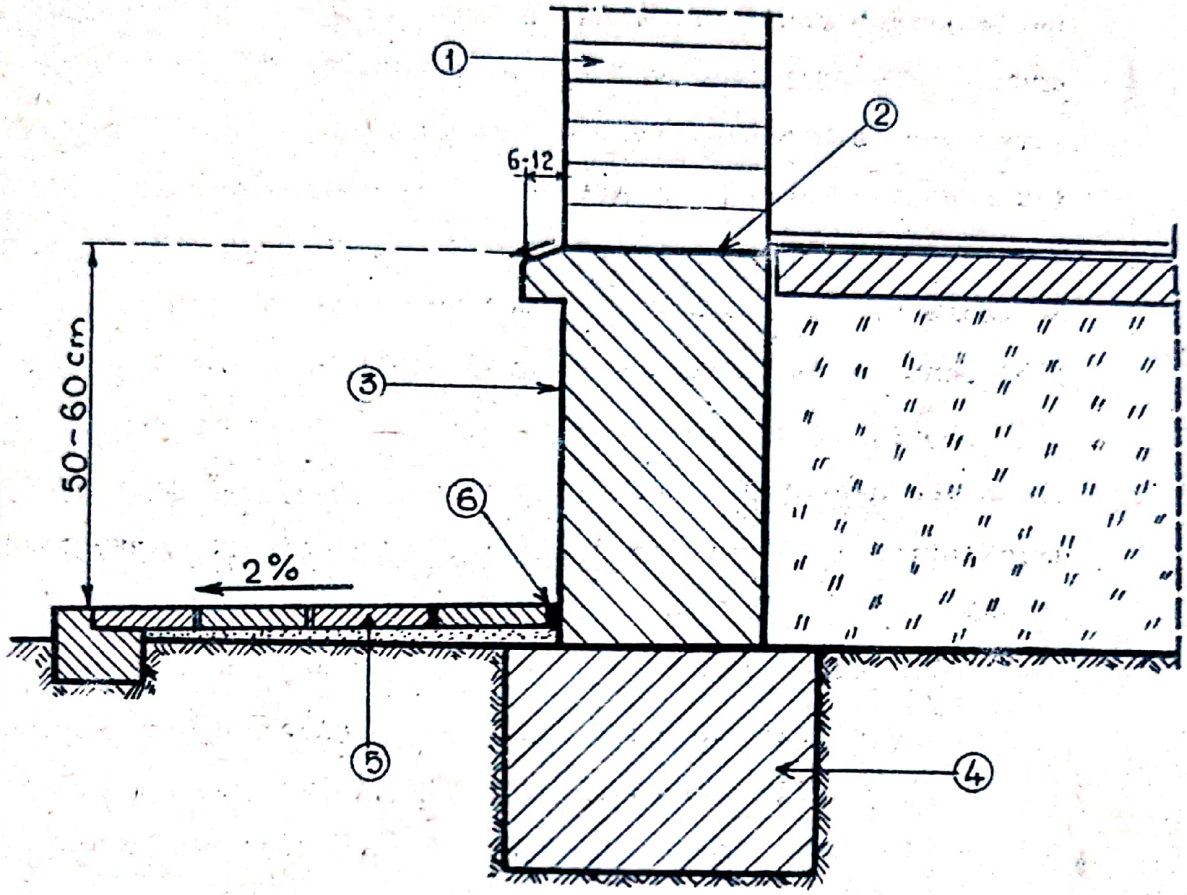


Fig.314. Soclu de perete 1-perete; 2-izolaţie hidrofugă; 3-soclu; 4-fundaţie; 5-trotuar; 6-bitum

17. Soclul pereţilor

Partea inferioară a pereţilor de faţadă, ieşindă spre exterior, faţă de planul lor general cu 6...12 cm, poartă denumirea de soclu. Funcţiunea principală a soclului constă din protecţia pereţilor contra umidităţii din precipitaţii şi din teren, îndeplinind şi un anumit rol arhitectural în raport cu plastica generală a faţadelor clădirii. Înălţimea soclului este determinată de cerinţele arhitecturale privind împărţirea proporţională a faţadei pe înălţime (capitel, partea de mijloc, bază sau soclu). La clădiri obişnuite înălţimea soclului se ia 50...60 cm deasupra părţii superioare a trotuarului sau pavajului(fig.314).

Scanned with OKEN Scanner

La clădiri înalte soclul arhitectural se poate dezvolta pe înălțimea unuia sau chiar a două etaje. La construcțiile provizorii înălțimea soclului se ia de minimum 30 cm. Partea superioară a soclului se prevede înclinată spre exterior pentru a asigura scurgerea apelor. Pentru o protecție corespunzătoare, în special în cazul soclului cu cornișă, se prevede șorț de tablă și tencuială din mortar de ciment cu lăcrimar (fig. 315) pentru îndepărtarea apelor de la baza clădirii.

Soclul fiind un element puternic solicitat de acțiunile climatice necesită materiale a căror rezistență la acțiunea umidității și îngheț-dezghețului, în funcție de clasa clădirii, astfel:

- la clădiri de clasa I-a, 35 cicluri de îngheț-dezgheț;
- la clădiri de clasa II-a, 25 cicluri de îngheț-dezgheț;
- la clădiri de clasa III-a, 15 cicluri de îngheț-dezgheț.

La partea superioară a soclului se prevede izolația hidrofugă contra apei capilare. Modul de construcție a soclului depinde de încărcările ce revin, de cerințe arhitectonice, de posibilitățile de materiale, de finisajul general exterior, de considerente economice.

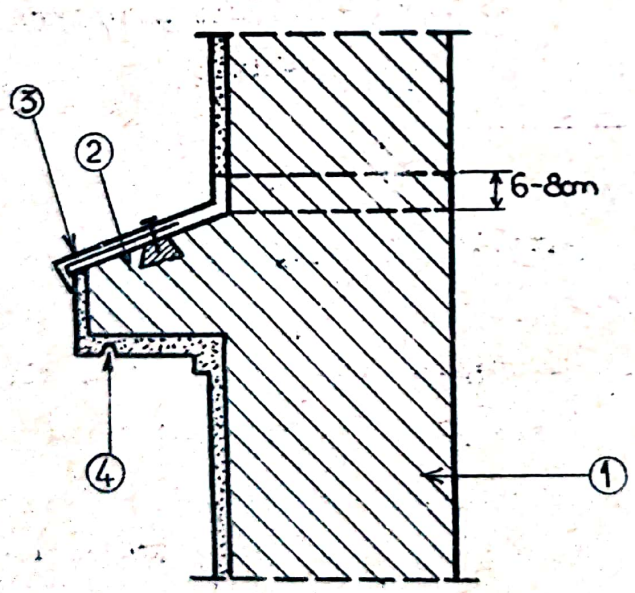


Fig.315. Soclu cu cornișă
1-soclu; 2-cornișă; 3-șorț tablă
4-lăcrimar din tencuială

După natura materialelor din care se poate reali-

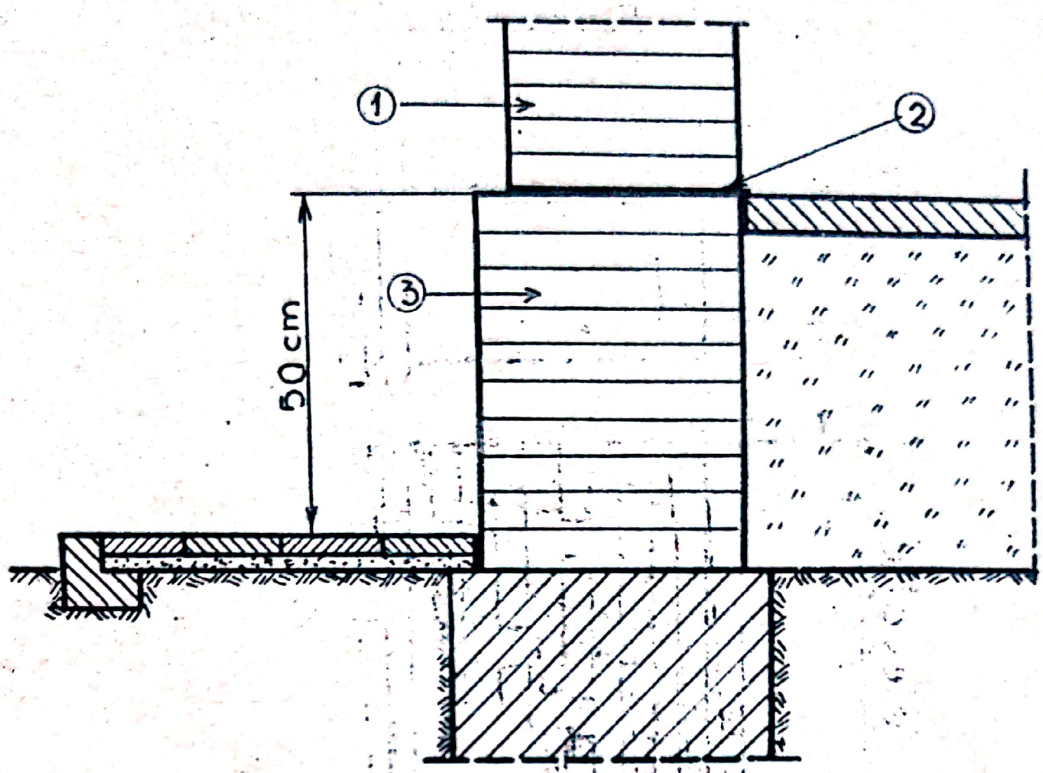


Fig.316. Soclu din zidărie de cărămidă clincherizată
1-perete; 2-izolaţie hidrofugă; 3-soclu.

za, soclul poate fi din zidărie de cărămidă, din beton, din piatră naturală şi mixtă.

- Soclul din zidărie de cărămidă se foloseşte la clădiri cu faţade din cărămidă aparentă (fig.316), rezistentă la umiditate. La realizarea soclului este necesară cărămidă presată, comportarea acesteia trebuind să fie corespunzătoare solicitărilor din acţiunea umidităţii şi îngheţ-dezgheţului.

- Soclul de beton este cel mai utilizat datorită caracteristicilor favorabile ale materialului. Se folosesc betoane de mărcile 75...100.

Faţa văzută (paramentul) se tencuieşte cu mortar pe bază de ciment, rezistent la umiditate. Se pot folosi tencuieli sclivisite sau simili - piatră, realizate cu mortar din griş de

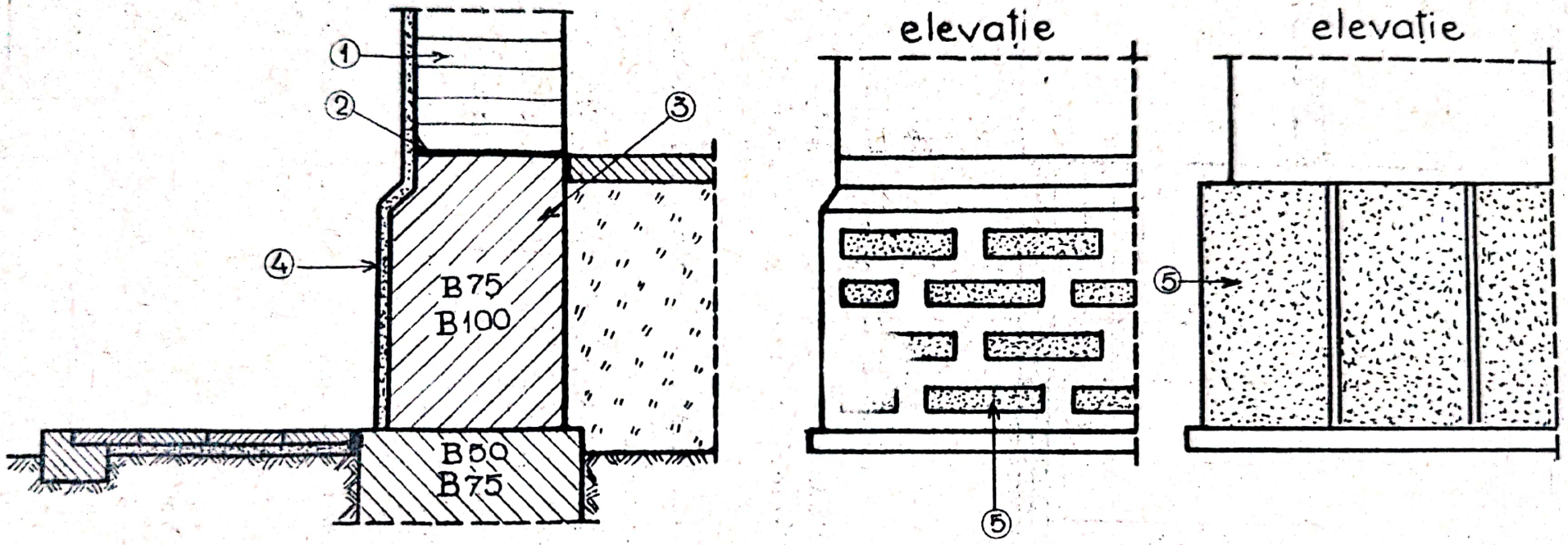


Fig.317. Soclu de beton

1 - perete; 2 - izolație hidrofugă; 3 - soclu beton; 4 - tencuială simili-piatră; 5 - parament prelucrat

Scanned with OKEN Scanner

piatră calcară, marmoră şi ciment. Faţa văzută se prelucrează cu buciarda sau şpiţul obţinîndu-se un apareiaj ca şi la zidăria de piatră naturală, fig.317.

- Soclul de piatră naturală permite realizarea unor elemente de construcţie estetice. Se poate executa în întregime din piatră (fig.318)

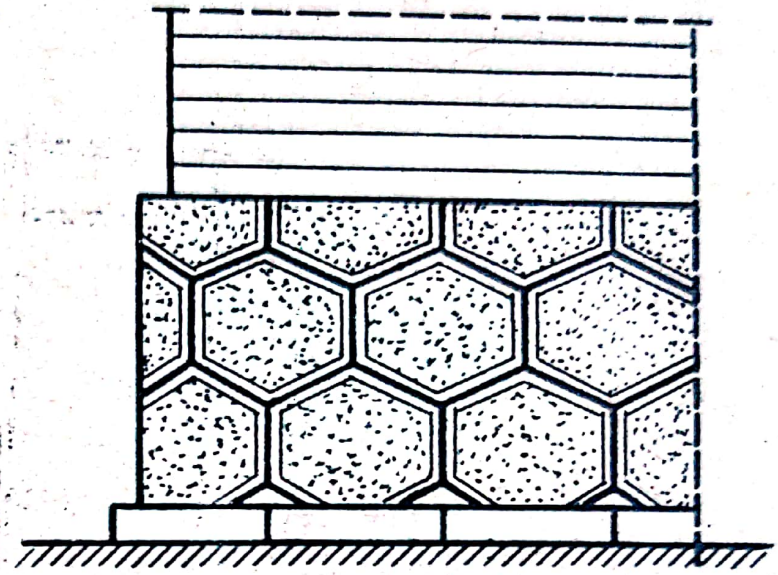


Fig.318. Parament de soclu din piatră naturală

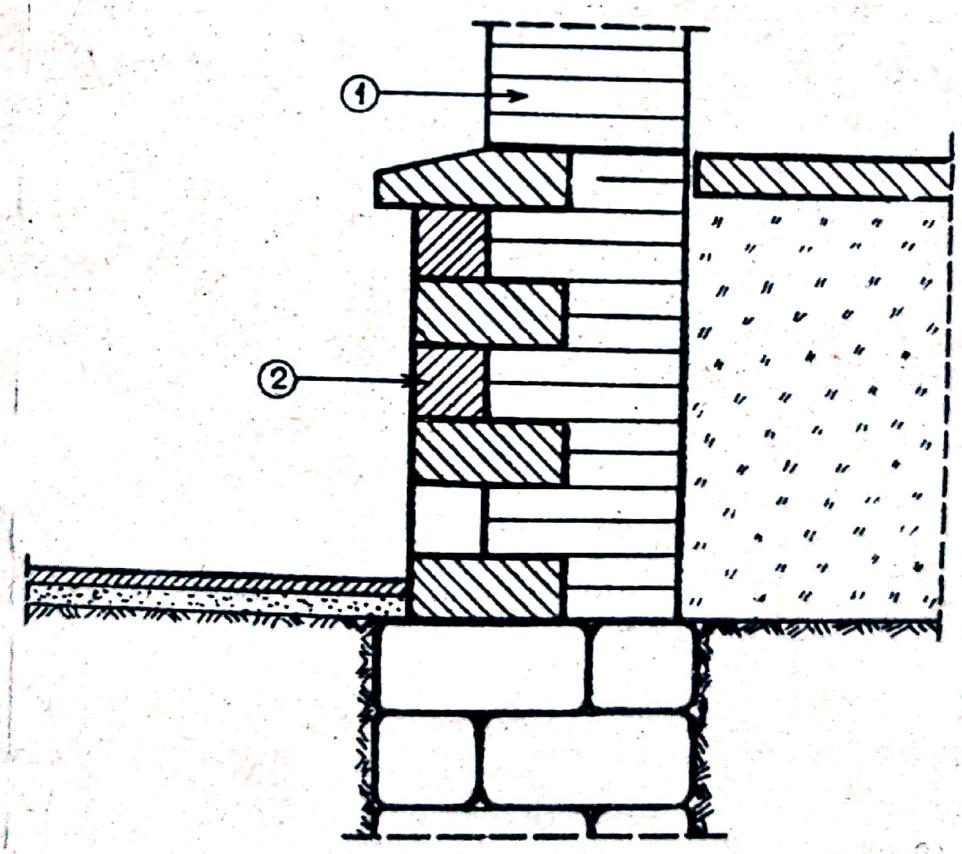


Fig.319. Soclu placat 1-zidărie; 2-placaj

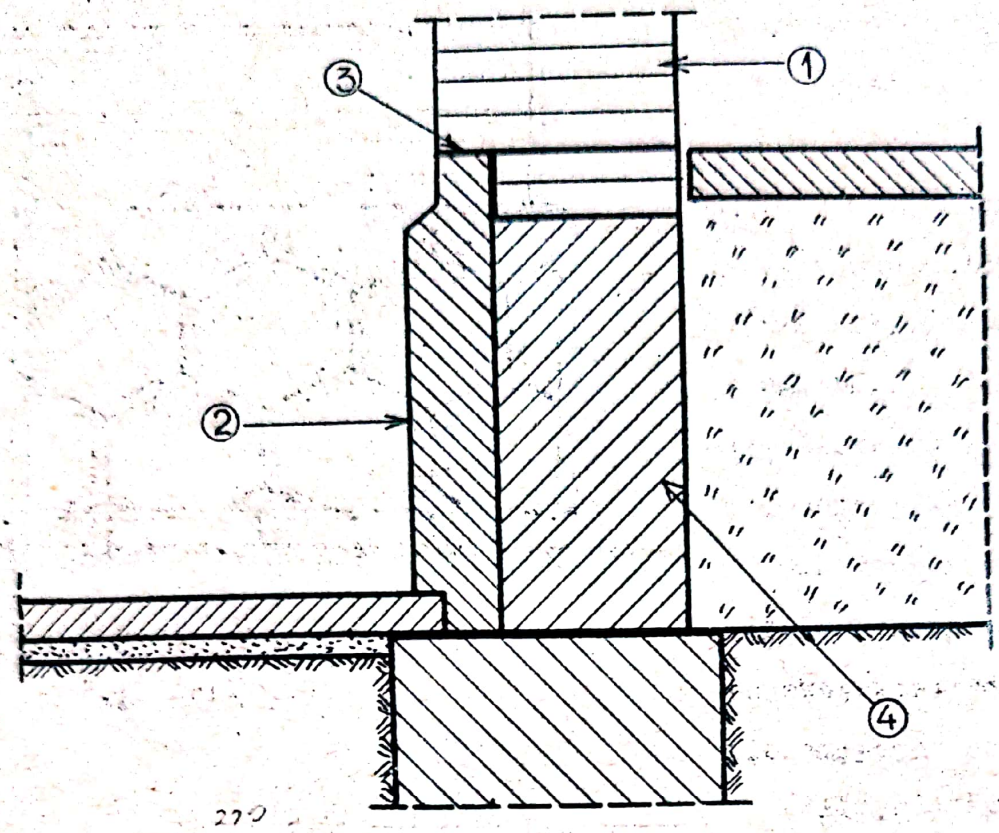


Fig.320. Soclu placat cu dale

1-perete; 2-dale de piatră; 3-izolaţie hidrofugă; 4-soclu

sub formă de zidărie opus incertum sau de talie. Parametrul se poate prelucra cu buciarda, spiţul, pe suprafaţe delimitate pe conturul blocurilor, cu un chenar de 2...3 cm. Feţele în contact se rostuiesc cu mortar de ciment.

- Soclul se poate realiza cu structură mixtă din zidărie de cărămidă şi placaj din blocuri de piatră de talie (fig.319), dale groase din piatră de granit, clacar şi placaje subţiri din piatră sau plăci de marmoră (fig.320).

- Soclul de beton se poate executa şi din elemente prefabricate sub formă de dale şi cornişă (fig.321) cu una sau două trepte pe înălţime. In regiunile seismice, în scopul realizării unei bune comportări a construcţiei la solicitările din

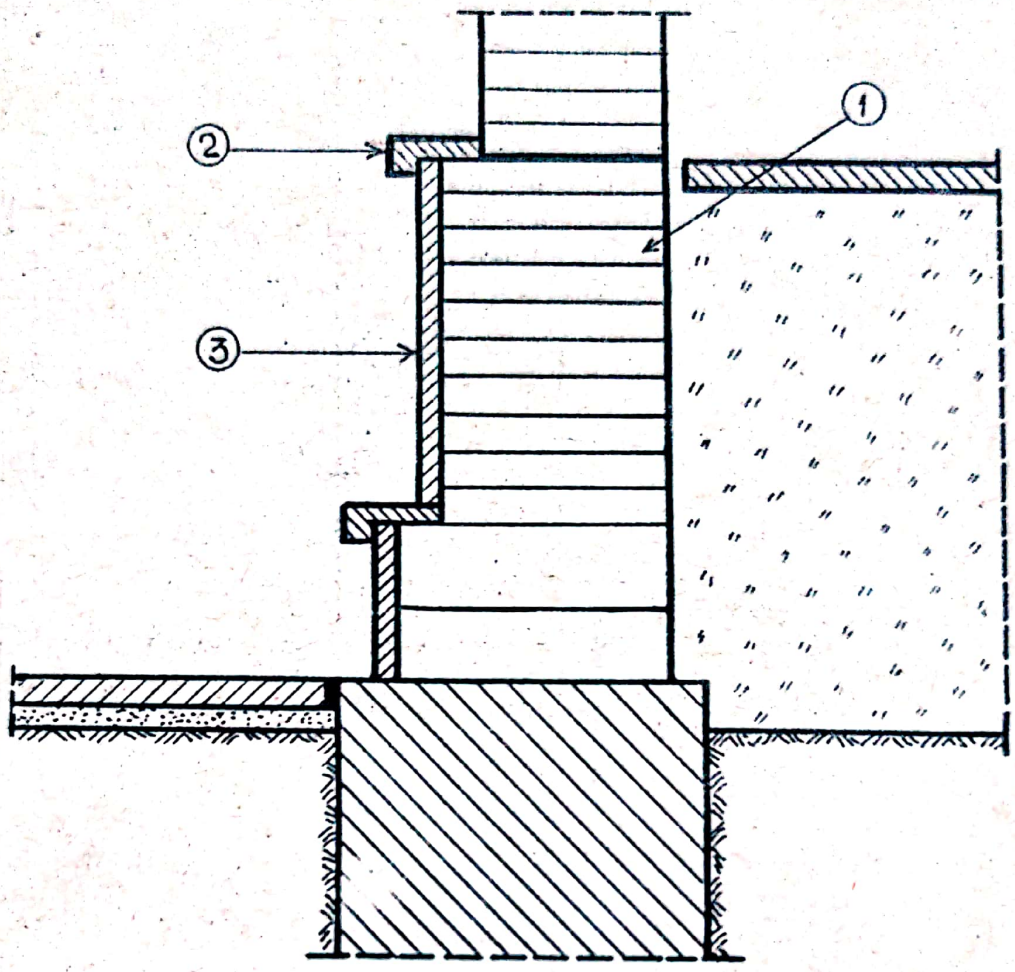


Fig.321. Soclu din elemente prefabricate
1-perete; 2-cornişă de soclu; 3-dale prefabricate

acţiunile încărcărilor orizontale şi pentru a uniformiza eforturile din acţiunile verticale, se recomandă utilizarea centurilor de beton armat la partea superioară a soclului (fig.322).

18. Rosturi de deformaţie

La clădiri de lungimi mari sau cu tronsoane, de înălţimi diferite pe verticală, încărcate diferit sau fundate pe terenuri neomogene, pot apărea deformaţii diferite datorită tasărilor neuniforme, a diferenţelor de temperatură sau a solicitărilor diferite din acţiunile seismice. Pentru a evita fisurarea

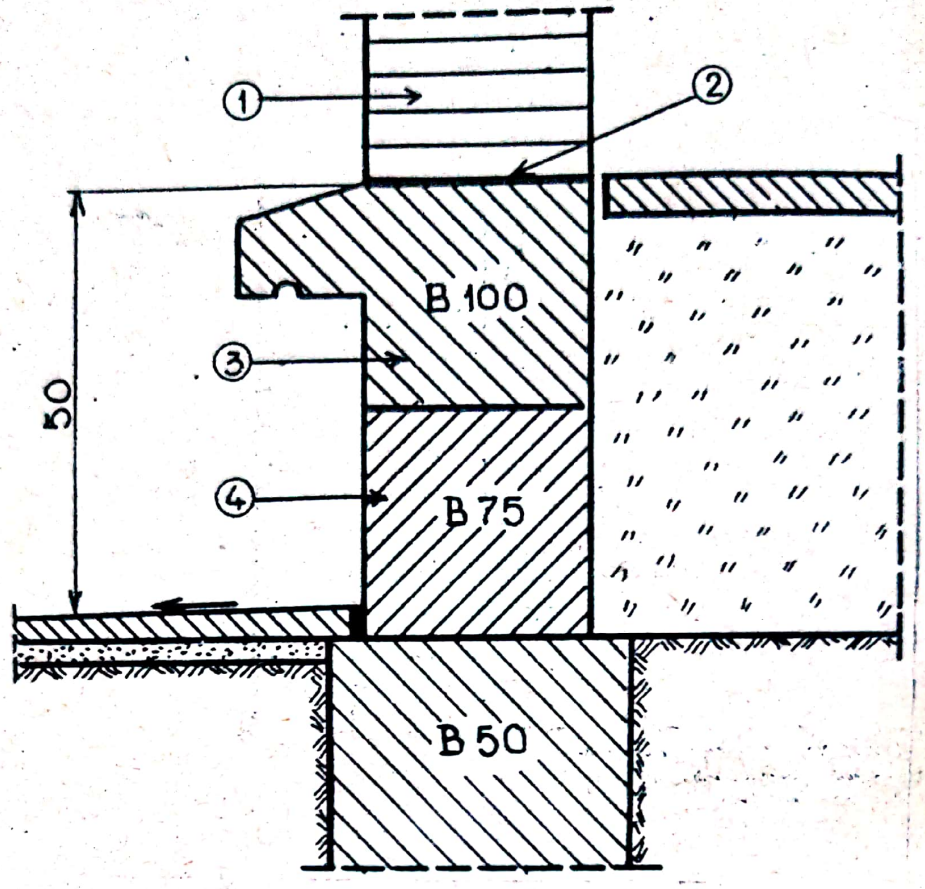


Fig.322. Soclu cu centură de beton armat 1-perete; 2-izolaţie hidrofugă; 3-centură de beton armat; 4- soclu.

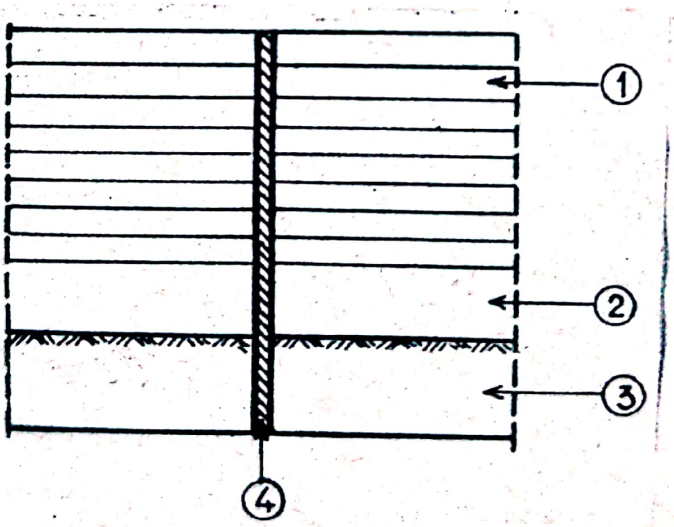


Fig.323. Rosturi de tasare

1-perete; 2-soclu; 3-fundaţii; 4-rost tasare

construcţiilor sau pentru a o limita la valori acceptabile practic, se prevăd rosturi de tasare, dilataţie sau antiseismice. Se pot cumula obişnuit în aceleaşi secţiuni, rosturi cu funcţiuni diferite.

Rosturile de tasare se prevăd pe toată înălţimea construcţiei, de la acoperiş pînă la fundaţie (fig.323), asigurîndu-se tasarea independentă a diferitelor tronsoane ale clădirilor. Tasările diferite ale clădirilor pot fi produse de următoarele cauze:

- Structura geologică diferită a terenului de fundaţie sub diferite porţiuni ale clădirii;
- Construcţie nouă lîngă construcţie existentă;
- Tronsoane alăturate ale aceleaşi clădiri cu diferenţe de înălţime mai mari de 10,0 m (fig.324);
- Diferenţe mari între încărcările ce revin terenului de la un tronson la altul ale aceleiaşi clădiri;
- Variaţia bruscă a înălţimii sau lăţimii fundaţiei, de-a lungul aceluiaşi perete (clădiri cu subsol parţial, tronsoane de clădiri cu sarcini diferite, fig.325).

Rosturile de dilataţie sînt necesare avînd în vedere că fundaţiile, zidurile interioare şi planşeele aflîndu-se la

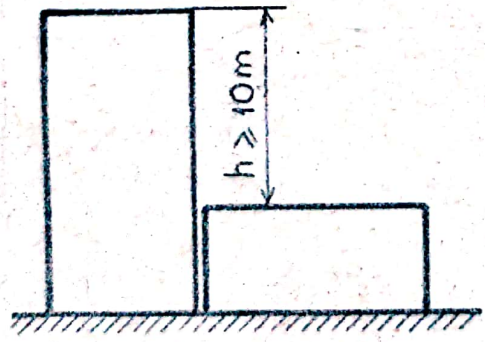


Fig.324.Rost de tasare şi antiseismic

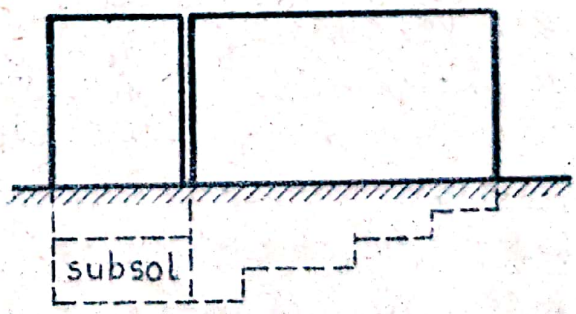


Fig.325.Rost de tasare

temperatură relativ constantă, împiedică deformaţia liberă a zidurilor exterioare supuse solicitărilor termice, eforturile din temperatură fiind proporţionale cu lungimile pereţilor, acestea se limitează prin rosturi de deformaţie astfel ca eforturile ce iau naştere să nu depăşească valorile admisibile ale rezistenţelor la întindere ale zidăriei. Rosturile de dilataţie se prevăd numai în pereţi pînă la nivelul fundaţiilor care fiind protejate de pămînt, sînt mai puţin expuse variaţiilor temperaturilor exterioare. Deformaţia liniară a pereţilor din temperatură se poate calcula cu expresia:

$$\Delta l = l\,(t_1 - t_2).\,\alpha_t \qquad (184)$$

în care:

Δl - lungimea sau scurtarea peretelui datorită variaţiei de temperatură, în m;

l - lungimea peretelui în m;

$t_1 - t_2$ - diferenţa de temperatură în ^oC;

α_t - coeficient de dilataţie termică a pereţilor din zidărie, conform datelor din tabelul 25.

Tabelul 25

Valorile coeficientului α_t

Nr. crt.	Natura zidăriei	α_t
1.	Zidărie de cărămidă obişnuită	$0{,}5 \times 10^{-5}$
2.	Zidărie din blocuri de beton	$1{,}0 \times 10^{-5}$
3.	Zidărie de piatră naturală	$0{,}8 \times 10^{-5}$

Calculul exact al deformaţiilor termice ale pereţilor prezintă dificultăţi mari, deoarece dilataţia sau contracţia liberă a zidurilor sînt împiedicate de legăturile acestora prin frecare cu fundaţiile, de legăturile cu planşeele şi zidurile

transversale. Mortarele de ciment au o capacitate de deformaţie plastică mai redusă faţă de mortarele mixte şi de aceea distanţele dintre rosturile de deformaţie la pereţi din zidării cu mortar de ciment se iau mai mici. Distanţele maxime admisibile, în m, dintre rosturile de deformaţii se iau funcţie de tipul zidăriei, marca mortarului şi temperatura exterioară de calcul conform datelor din tabelul 26.

Tabelul 26

Distanţa în m, între rosturile de deformaţii

Temperatura exterioară de calcul în °C	Zidărie de cărămidă cu mortar de marca			Zidărie din blocuri de beton cu mortar de marca		
	100-50	25-10	4	100-50	25-10	4
De la -21° la -30°	60	90	120	30	45	60
De la -11° la -20°	80	120	150	40	60	80
Peste - 10°	100	150	200	50	75	100

După normele germane, distanţele între rosturi se recomandă:

- Construcţii de zidărie 40...60 m;
- Construcţii din zidărie de blocuri de beton $\leq$ 35 m;
- Construcţii masive de beton 10...20 m;
- Construcţii din beton monolit $\leq$ 35 m;
- Construcţii din beton armat cu schelet, 30...50 m;
- Construcţii metalice $\cong$ 50 m.

Pentru pereţi din betoane macroporoase, distanţele între rosturi se iau de două ori mai mici faţă de zidurile din blocuri de beton cu mortar de marcă 50, dar nu mai puţin de 20,00 m la clădiri încălzite şi nu mai puţin de 10,00 m la construcţii descoperite. Regimul termic al construcţiilor influenţează distanţele între rosturile de deformaţie. In cazul construcţiilor neîncălzite şi a celor deschise, în aer liber, distanţele se

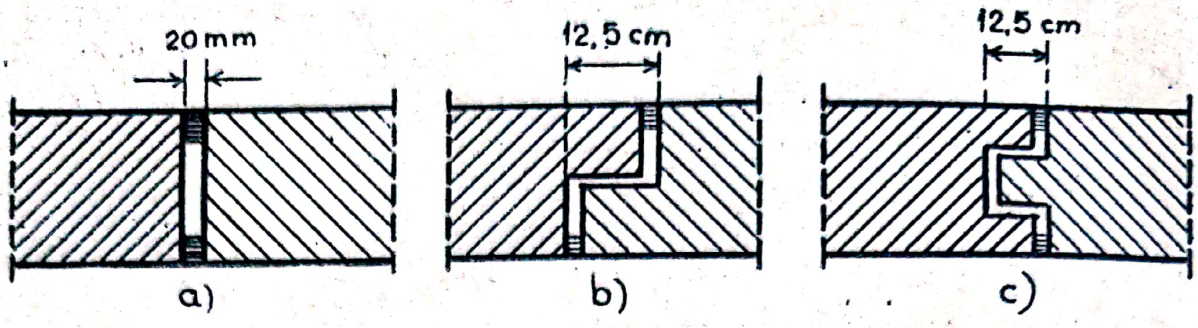


Fig.326. Rosturi de deformaţie
a) cu feţe plane; b) în falţ; c) în lamb şi uluc

reduc cu 30% şi respectiv 50%. La construcţii îngropate distanţele pot fi majorate de două ori.

La pereţii din beton monolit, cu structură fagure pot apărea eforturi importante din contracţie şi tasare. Pentru a evita apariţia fisurilor se prevede armarea pereţilor cu cantitatea de armătură minimă, avînd mărimea secţiunii $S_a = 0,02\ S_p$, în care S_p suprafaţa secţiunii peretelui.

Rosturile se pot realiza cu feţe plane (fig.326 a), de grosime 20 mm, sau pentru o mai bună etanşeizare, în falţ (fig. 326 b) sau lamb şi uluc (fig.326 c).

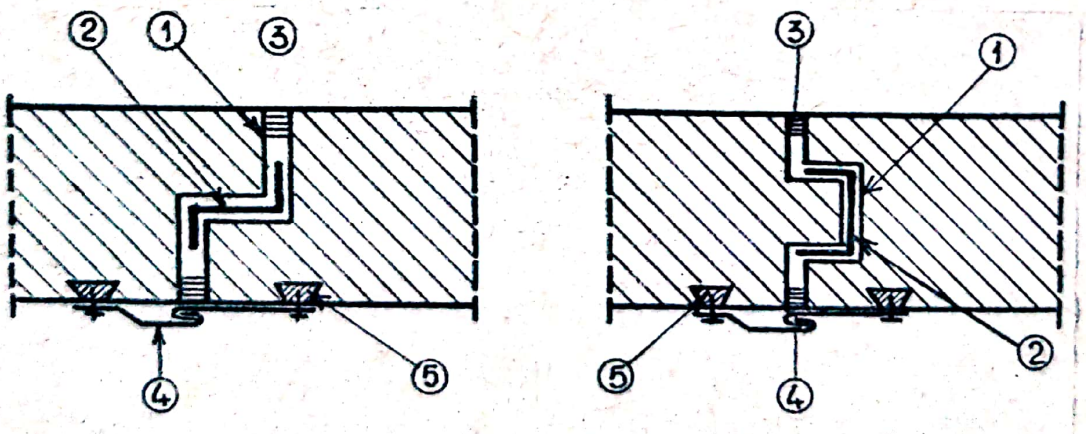


Fig.327. Etanşeizarea rosturilor de deformaţie
1-rost; 2-carton asfaltat; 3-cîlţi bituminizaţi; 4-tablă de acoperire a rostului; 5-diblu

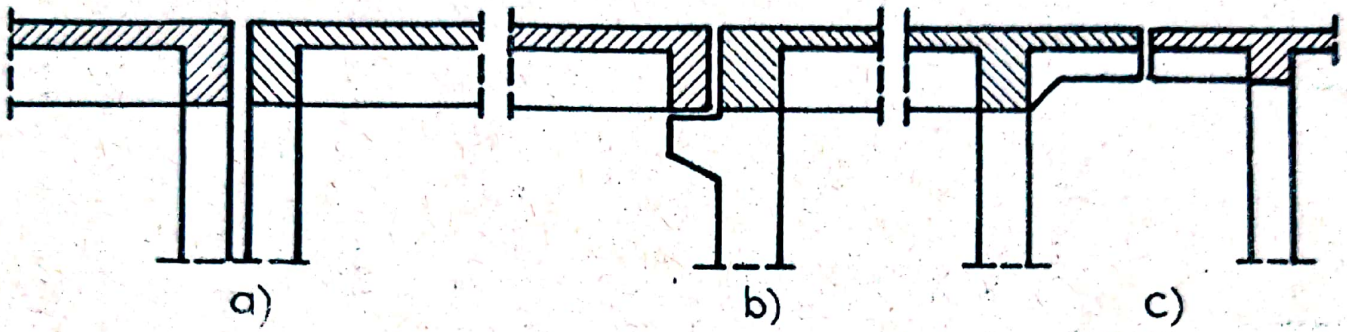


Fig.328. Rosturi de deformaţii la construcţii cu schelet a) cadre alăturate; b) plăci rezemate pe console din stîlpi; c) plăci în consolă

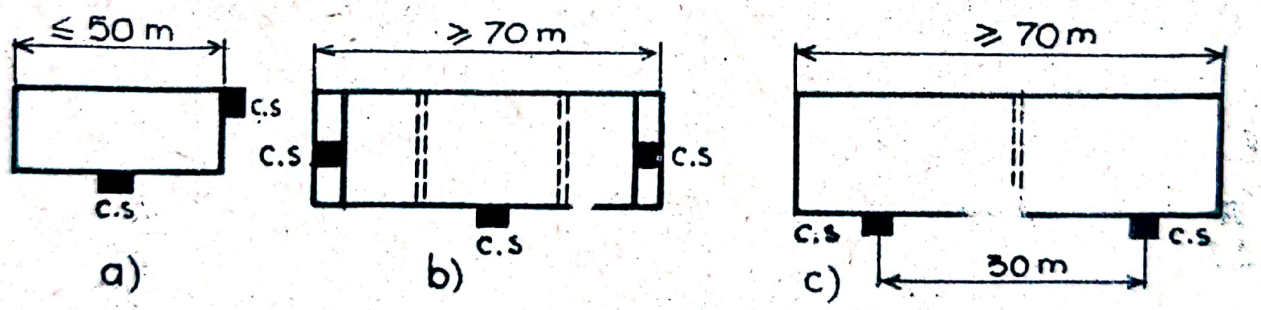


Fig.329. Rosturi la clădiri liniare

Scanned with OKEN Scanner

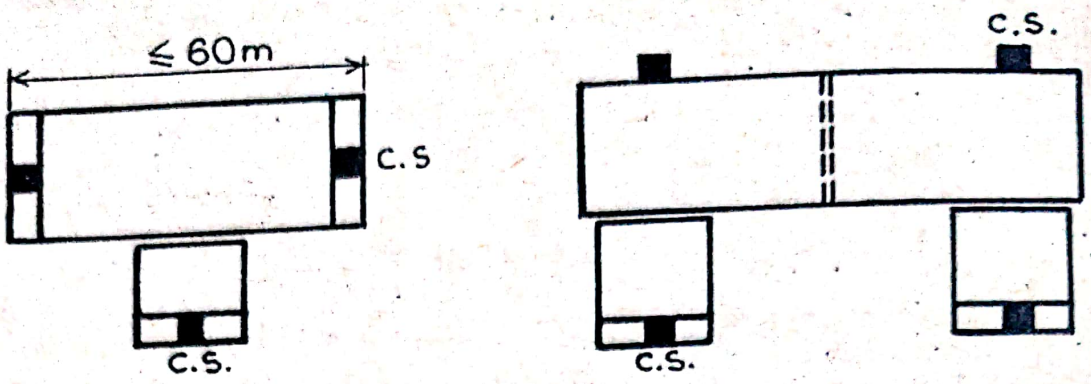


Fig. 330. Rosturi la clădiri în T şi U

In rosturi se introduce carton asfaltat, iar extremităţile rosturilor se căptuşesc cu cîlţi bituminaţi (fig.327). Rostul se acoperă pe înălţimea construcţiei cu o fîşie de tablă din două benzi îmbinate în falţ şi fixate cu dibluri în zidărie.

La construcţii cu schelet de rezistenţă se pot adopta următoarele tipuri de rosturi: cadre alăturate (fig.328 a); plăci pe console la stîlpi (fig.328 b), plăci în consolă (fig. 328 c).

Poziţia în plan a rosturilor de deformaţie depinde de forma în plan a construcţiei şi de lungimea tronsoanelor de clădiri (fig.329, 330, 331, 332).

La structuri monolite, în funcţie de caracteristicile elementelor de construcţie se vor adopta rosturi generale(fig. 333); rosturi acoperiş (fig.333) şi rosturi tehnologice (fig. 334), astfel ca suprafaţa de turnare să nu depăşească 30 m^2. Rosturile tehnologice sînt necesare şi la structuri cu schelet sau diafragme, pentru limitarea contracţiilor, execuţia realizîndu-se pe tronsoane în etape (fig.1-334) şi ulterior asigurîndu-se continuitatea prin fîşia de legătură (fig.2-334), executată după consumarea contracţiilor importante ale tronsoanelor din etapa 1-a.

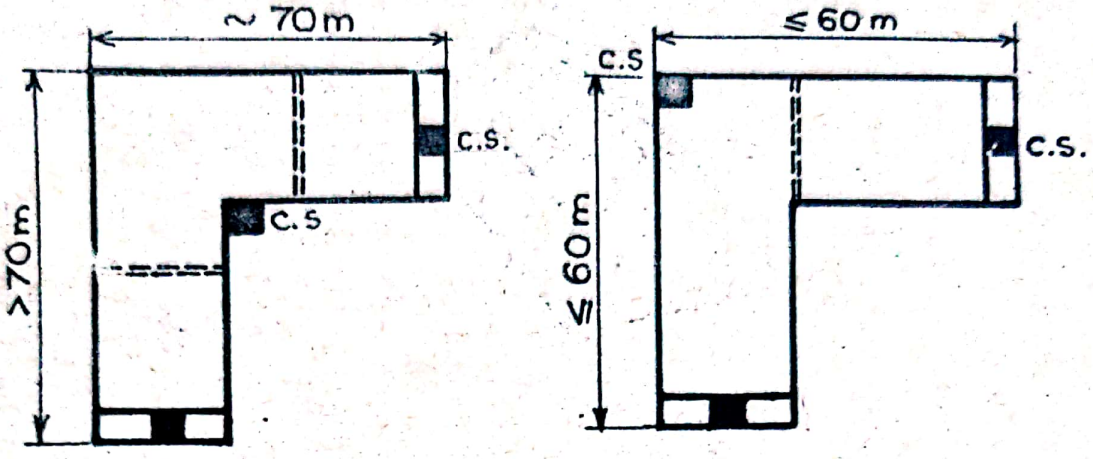


Fig.331. Rosturi la clădiri în L.

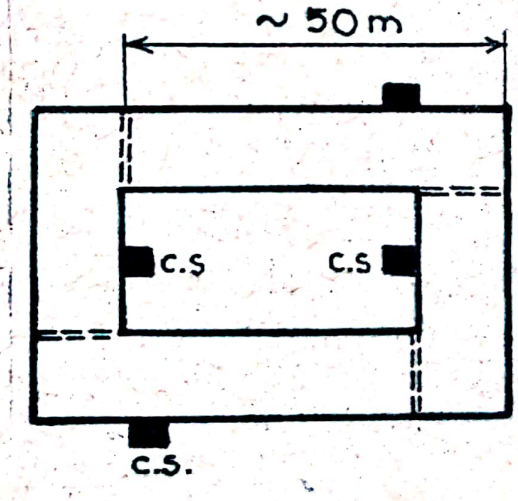


Fig.332. Rosturi la clădiri închise

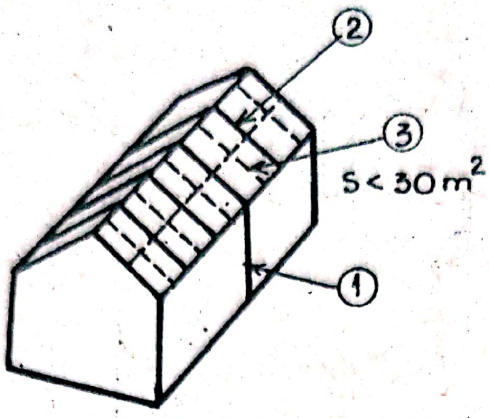


Fig.333. Rosturi la structuri monolite
1-rost general; 2-rost de acoperiş;
3-rost tehnologic de turnare

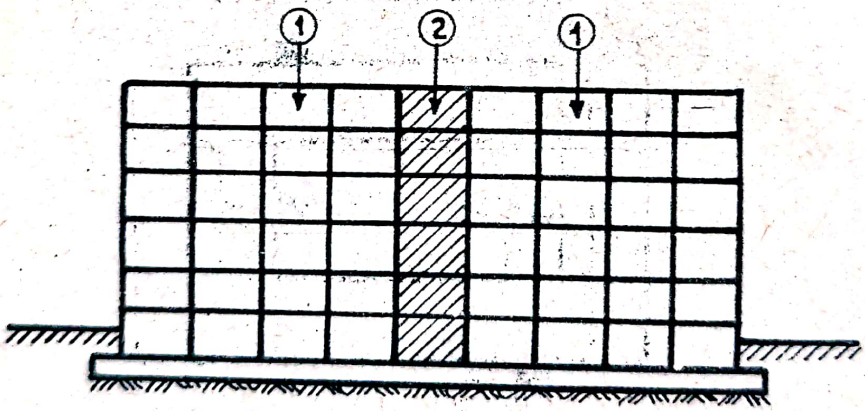


Fig.334. Rosturi tehnologice la structuri monolite
1 - etapa 1 de execuţie
2 - fîşie de legătură executată în etapa 2-a

EXEMPLE DE CALCUL

A. CALCULUL STATIC SI DE REZISTENTA AL PERETILOR

Ex.1. Să se verifice capacitatea portantă a pereţilor ai unei clădiri, cu 6 nivele (subsol, parter şi patru etaje), avînd destinaţia cămin studenţesc, cu structură din zidărie de cărămidă portantă, fig.335.

Se prevăd următoarele materiale:

- pentru subsol, parter şi etajul I, cărămizi marca 100 şi mortar marca 50;
- la ultimile trei nivele, cărămizi marca 75 şi mortar marca 25;
- planşeele se prevăd din beton armat monolit de grosime 10 cm;
- pardoselile vor fi din parchet lamelar pe suport de mortar de ciment cu strat izolator fonic din zgură, fig.336;
- clădirea este proiectată cu terasă necirculabilă avînd structura indicată în fig.337.

a) Elemente generale de calcul

a.1. Date geometrice

- Înălţimea utilă (lumina) a etajelor curente este de 3 m, a subsolului 2,8 m;
- Grosimea zidurilor, din considerente constructive şi de confort termic, se ia pentru cele exterioare 37,5 cm, iar pentru cele interioare portante 25 cm.

Aplicaţiile au fost elaborate de asist.ing.Irina Bliuc

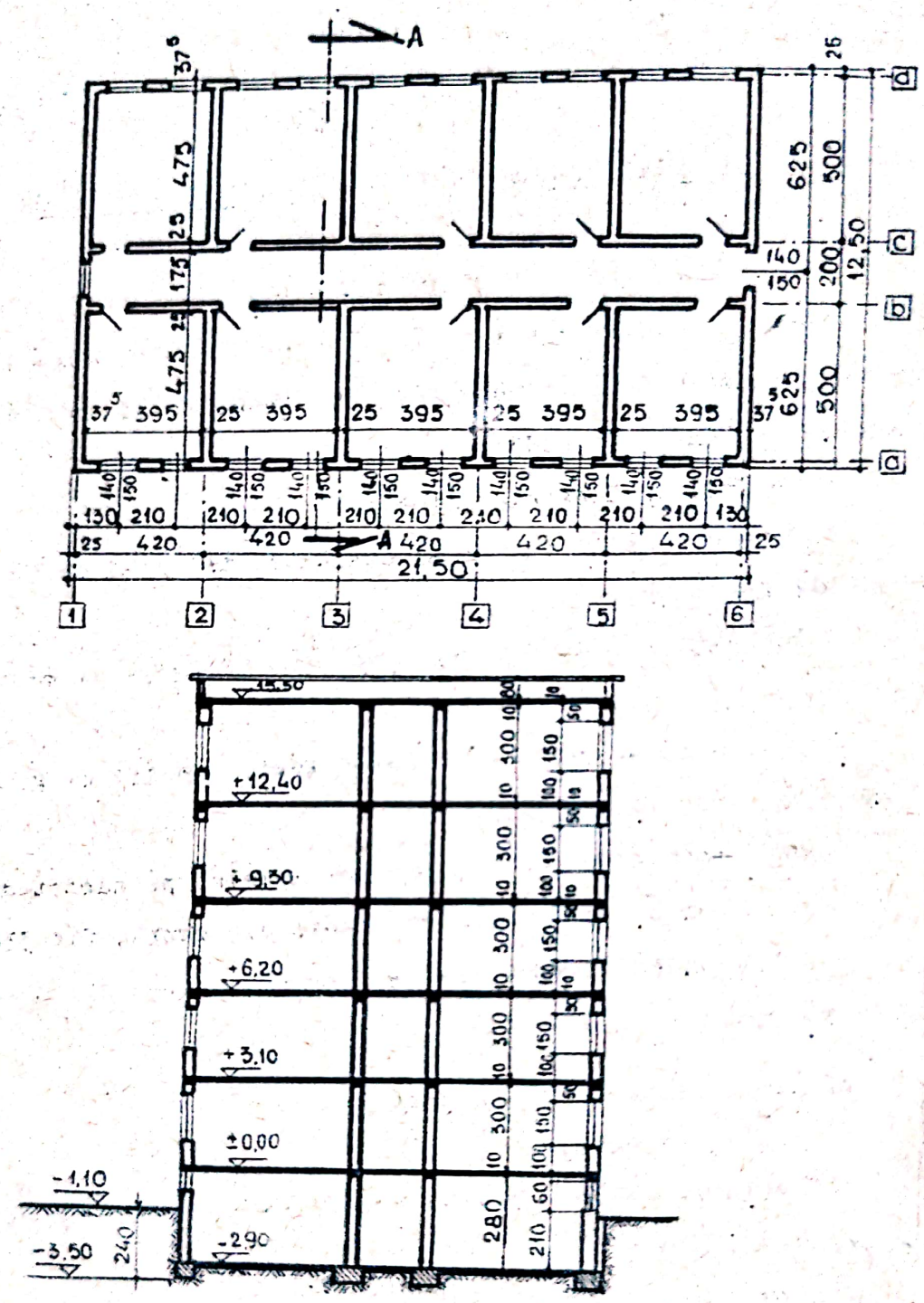


Fig.335. Elemente generale ale clădirii

a-plan; b-secțiune transversală

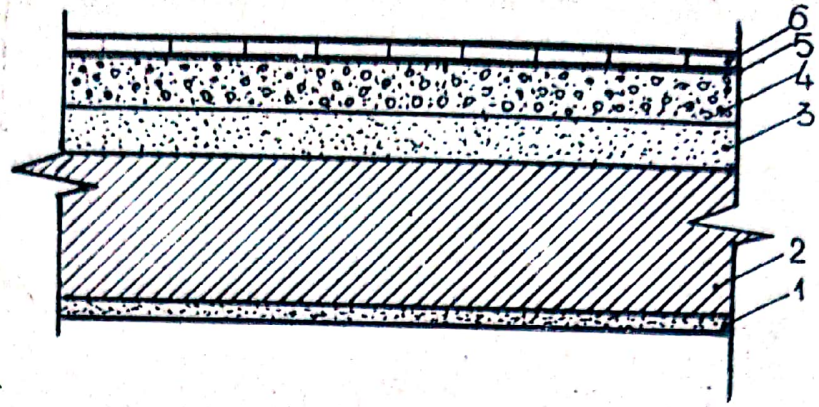


Fig.336. Structura planşeului intermediar 1-tencuială 1 cm; 2-planşeu beton armat monolit 10 cm; 3-şapă protecţie din mortar de ciment 3,5 cm; 4-strat de zgură 3 cm; 5-adeziv; 6-parchet lamelar 1 cm

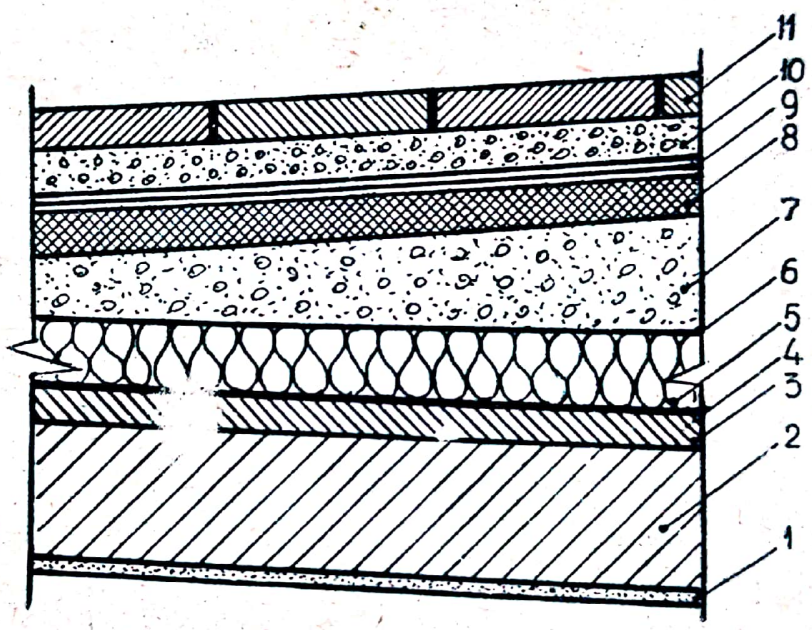


Fig.337. Structura acoperişului terasă 1-tencuială 1 cm; 2-planşeu din beton armat monolit 10 cm; 3-strat de egalizare din mortar de ciment 2 cm; 4-barieră de vapori din trei straturi de carton asfaltat între patru straturi de bitum; 5-izolaţie termică din vată minerală semirigidă 4 cm; 6-un strat carton asfaltat; 7-beton de pantă din zgură, grosime medie 6 cm; 8-şapă suport din mortar de ciment 2,5 cm; 9-hidroizolaţie din 3 straturi carton asfaltat şi bitum; 10-nisip 3 cm; 11-dale prefabricate 3 cm

a.2. Caracteristicile terenului de fundaţie

- Greutatea specifică aparentă $\gamma = 1,5$ t/m^3;
- Unghiul de frecare internă $\varphi = 30^\circ$;
- La suprafaţa terenului acţionează o suprasarcină de 2 t/m^2.

b. Evaluarea încărcărilor

b.1. Incărcări permanente

b.1.1. Incărcarea pe m^2 de terasă (tabel 27)

Tabelul 27

Straturi componente	d grosimea stratului m	Greutatea specifică aparentă kgf/m^3	Incărcare normată kgf/m^2	Coeficient de suprâncărcare -	Incărcare de calcul kgf/m^2
1	2	3	4	5	6
-Dale de beton armat prefabricate	0,03	2400	72	-	72
- Nisip	0,03	1400	42	1,1	46,4
- Hidroizolaţie din 3 straturi carton asfaltat între 4 straturi de bitum	0,015	-	35	1,1	38,5
- Sapă suport din mortar ciment	0,025	-	53	1,2	63,5
- Beton de pantă din zgură de grosime medie 6 cm	0,06	1500	90	1,2	108
- 1 strat carton asfaltat	-	-	3	-	3
- Izolaţie termică din pîslă minerală semirigidă	0,04	-	13	1,3	16,9
- Barieră de vapori din 1 strat carton asfaltat între 2 straturi de bitum	0,05	-	16	-	16
- Strat suport de egalizare din mortar de ciment	0,02	-	42	1,2	50,5

Tabel 27 (continuare)

1	2	3	4	5	6
- Planşeu din beton armat monolit	0,10	2400	240	1,1	264
- Tencuială	0,01	-	12	-	12
- Încărcare totală pe m^2			618		690,8

b.1.2. Incărcarea permanentă pe m^2 planşeu intermediar

(Tabelul 28)

Tabelul 28

Straturi	d grosimea stratului m	Greutatea specifică aparentă kgf/m^3	Incărcarea normată kgf/m^2	Coeficient de suprancărcare	Incărcare de calcul kgf/m^2
- Parchet lanelar	0,01	800	8	-	8
- Sapă suport din mortar de ciment	0,035	-	74	1,2	89
- Strat de zgură	0,03	1200	36	1,4	50
- Planşeu din beton armat monolit	0,10	2400	240	1,1	264
- Tencuială	0,01	-	12	-	12
- Incărcare totală pe m^2			370	-	423

b.1.3. Greutatea proprie a elementelor din zidărie

- Greutatea normată a peretelui exterior pe m^2:

$$g^n_{pe} = d_z \cdot \rho_z = 0,375 \cdot 1800 = 675 \text{ kgf/m}^2$$

- Greutatea de calcul a peretelui exterior pe m^2:

$$g^c_{pe} = n \cdot g^n_{pe} = 1,2 \cdot 675 = 810 \text{ kgf/m}^2$$

- Greutatea normată a peretelui interior portant pe m^2:

$$g^n_{pi} = d_z \cdot \rho_z = 0,25 \cdot 1800 = 450 \text{ kgf/m}^2$$

Greutatea de calcul a peretelui interior portant pe m^2:

$$g^c_{pi} = n.g^n_{pi} = 1,2.0,25.1800 = 540 \text{ kgf/m}^2$$

b.1.4. Greutatea proprie a elementelor din beton armat (centuri şi buiandrugi) pe m.l, fig.338.

- Greutatea normată a centurii la peretele exterior pe m.l.

$$g^n_{ce} = d_c.h_c.\ \rho_b = 0,375.0,20.2400 = 180 \text{ kgf/m}$$

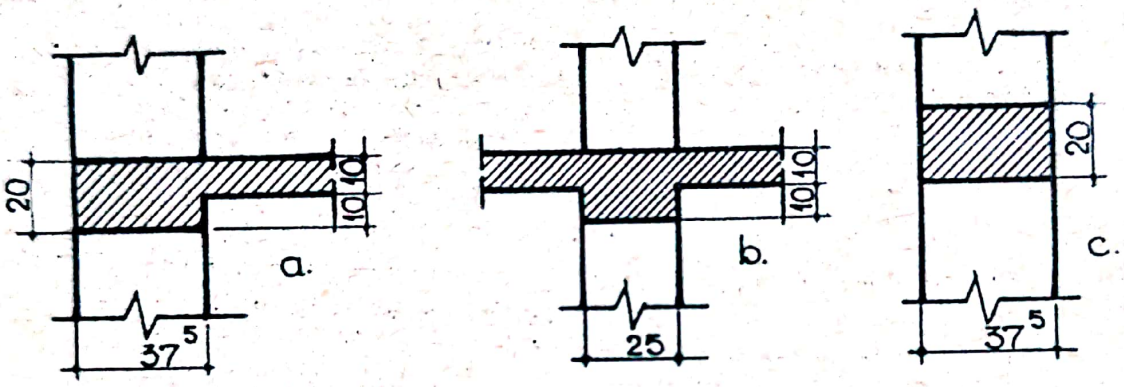


Fig.338. Dimensiunile şi poziţia centurilor şi buiandrugilor faţă de zid; a-centură la perete exterior; b-centură la perete interior portant; c-buiandrug deasupra ferestrei

- Greutatea de calcul a centurii la peretele exterior pe m.l.

$$g^c_c = n.g^n_c = 1,1.180 = 198 \text{ kgf/m.l.}$$

- Greutatea normată a centurii la perete interior portant pe m.l.

$$g^n_c = d_c.h_c.\ \rho_b = 0,25.0,20.2400 = 120 \text{ kgf/m.l.}$$

- Greutatea de calcul a centurii la perete interior portant pe m.l.

$$g^c_{ci} = n.g^n_{ci} = 1,1.120 = 132 \text{ kgf/m.l.}$$

- Greutatea normată a buiandrugului la fereastră pe m.l.

$$g_b^n = d_b \cdot \varphi_b \cdot h_b = 0{,}20 \cdot 0{,}375 \cdot 2400 = 180 \text{ kgf/m.l.}$$

- Greutatea de calcul a buiandrugului la fereastră pe m.l.

$$g_b^c = g_b^n \cdot 1{,}1 = 180 \cdot 1{,}1 = 198 \text{ kgf/m.l.}$$

b.1.5. Presiunea pământului asupra peretelui de subsol (fig.339).

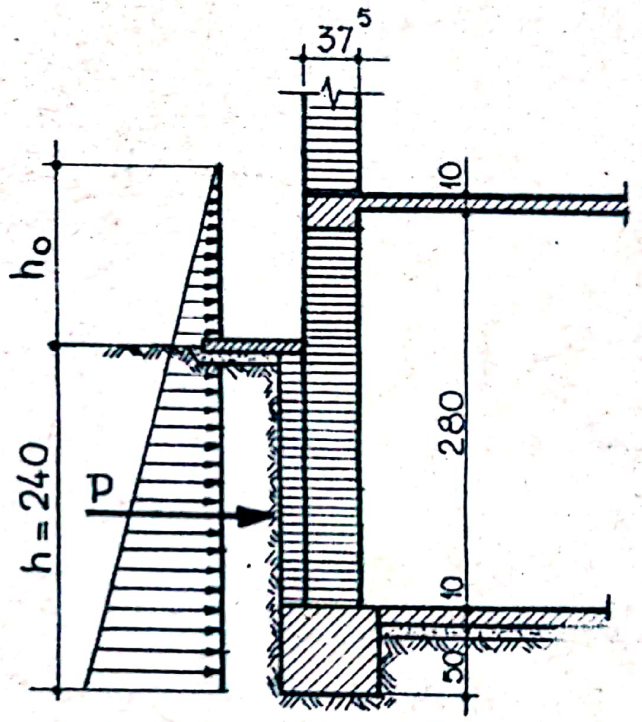


Fig.339 Presiunea pământului asupra peretelui de subsol

Suprasarcina de 2 tf/m^2, ce acţionează asupra terenului poate fi înlocuită cu greutatea unui strat de teren echivalent cu ea, cu grosimea:

$$h_o = \frac{p}{\varphi} = \frac{2}{1{,}5} = 1{,}35 \text{ m}$$

Rezultanta presiunii terenului asupra peretelui subsolului se determină cu relaţia:

$$P = \frac{1}{2} \varphi h (h + 2 h_o) tg^2 (45^o - \frac{\varphi}{2})$$

Unde: φ = greutatea specifică aparentă a terenului egală cu 1,5 tf/m^3

h = distanţa de la suprafaţa terenului la partea inferi-

oară a fundaţiei subsolului egală cu 2,4 m;

h_o = înălţimea stratului echivalent;

φ = unghiul taluzului natural;

Inlocuind în relaţie obţinem:

$$p^n = \frac{1}{2} \cdot 1,5.2,4(2,4 + 2.1,33)\ tg^2(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}) = 3\ tf.$$

Rezultanta de calcul a presiunii terenului asupra peretelui subsolului:

$$p^c = 1,3.p = 1,3.\ 3 = 3,9\ tf.$$

b.2. Incărcări temporare

b.2.1. Incărcarea normată uniform distribuită pe m^2 de terasă:

$$200\ kgf/m^2$$

- Incărcarea de calcul uniform distribuită pe m^2 de terasă:

$$1,4.200 = 280\ kgf/m^2$$

b.2.2. Incărcarea normată din acţiunea zăpezii pentru judeţul Iaşi se ia 100 kgf/m^2.

- Incărcarea de calcul din acţiunea zăpezii:

$$1,4.100 = 140\ kgf/m^2$$

In calcule se va lua în consideraţie cea mai defavorabilă dintre încărcările b.2.1 şi b.2.2.

b.2.3. Incărcarea normată uniform distribuită pe m^2 de planşeu intermediar:

$$200\ kgf/m^2$$

- Incărcarea de calcul: $1,4.\ 200 = 280\ kgf/m^2$

c. Calculul static şi de rezistenţă al peretelui exterior

c.1. Determinarea solicitărilor

- Se alege o fîşie verticală din peretele exterior "a"

fig.340 de lungime egală cu distanţa între axele ferestrelor.

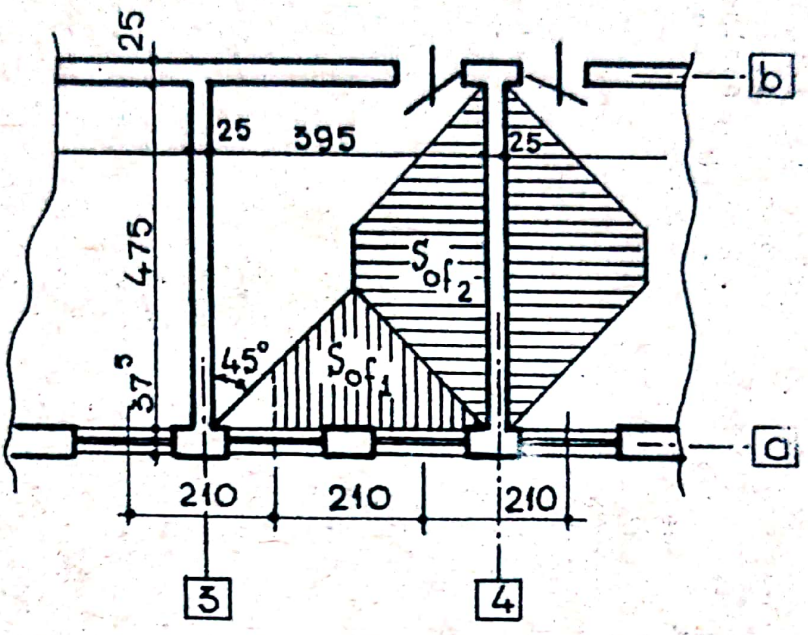
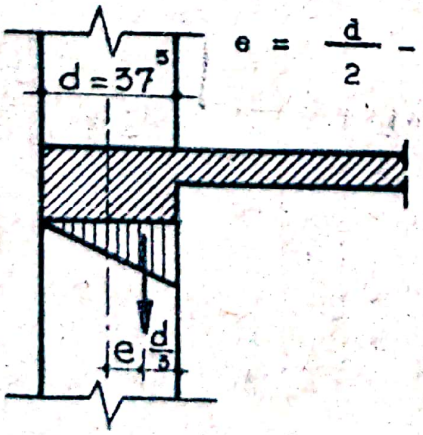


Fig.340. Lăţimea de calcul şi suprafaţa de planşeu aferentă peretelui care se verifică

Peretele exterior preia în afară de greutatea sa proprie şi încărcările din planşee, de pe suprafaţa aferentă porţiunii de calculat. Incărcările din planşee sînt aplicate excentric, fig.341, de aceea la fiecare etaj, în secţiunea de rezemare a planşeului pe zid, apar forţe axiale şi momente încovoietoare. Excentricitatea are valoarea:



$$e = \frac{d}{2} - \frac{d}{3} = \frac{d}{6} = \frac{37,5}{6} = 6,25 \text{ cm}$$

Fig.341

Calculul excentricităţii sarcinii verticale în dreptul planşeului

Tabelul 29

Forţe axiale în secţiunile peretelui exterior

Secţiunea de calcul	Sarcini de la etajele superioare kgf	Încărcări permanente: Greutatea zidăriei etajului considerat kgf	Încărcări permanente: Încărcări de la planşeele intermediare kgf	Total	Încărcări temporare uniform distribuite de la planşee kgf	Forţa axială totală în secţiunea de rezemare kgf	Forţa axială totală în secţiunea de la marginea superioară a golului ferestrei kgf
1	2	3	4	5	6	7	8
Normate							
I	-	760	1850	2610	600	3210	4249
II	3219	3169	1110	7489	600	8089	9128
III	8089	3169	1110	12368	600	12968	14007
IV	12968	3169	1110	17247	600	17847	18886
V	17847	3169	1110	22169	600	22726	23765
VI	22726	3169	1110	27005	600	27605	28644
VII	27605	2540	-	30145	-	30145	-
VIII	27605	3995	-	31600	-	31600	-
Calculul							
I	-	910	2070	2980	840	3820	4990
II	3820	3720	1269	8809	840	9689	10859
III	9689	3720	1269	14678	840	15518	16688
IV	15518	3720	1269	20507	840	21347	22517
V	21347	3720	1269	26336	840	27176	28346

Scanned with OKEN Scanner

(continuare tabel 29)

1	2	3	4	5	6	7	8
VI	27176	3720	1269	32165	840	33005	34179
VII	33005	3000	-	36005	-	36005	-
VIII	33005	4750	-	37755	-	37755	-

Tabelul 30

Momente încovoietoare în secţiunile peretelui exterior

Secţiunea de calcul	Forţa care produce momentul încovoietor (kgf)			Mărimea excentricităţii (m)	Momentul încovoietor (kg.m)	
	Din încărcări permanente	Din încărcări temporare	Forţa totală		La nivelul de rezemare al planşeului pe zid	La nivelul marginii superioare a golului ferestrei
1	2	3	4	5	6	7
			N o r m a t e			
I	1850	600	2450	0,0625	153	123
II	1110	600	1710	0,0625	106	84
III	1110	600	1710	0,0625	106	84
IV	1110	600	1710	0,0625	106	84
V	1110	600	1710	0,0625	106	84
VI	1110	600	1710	0,0625	106	84
VII	3000	-	3000	-	2360	-

Scanned with OKEN Scanner

(continuare tabel 29)

1	2	3	4	5	6	7
			De calcul			
I	2070	840	2910	0,0625	182	146
II	1269	840	2109	0,0625	131	105
III	1269	840	2109	0,0625	131	105
IV	1269	840	2109	0,0625	131	105
V	1269	840	2109	0,0625	131	105
VI	1269	840	2109	0,0625	131	105
VII	3900	-	3900	-	3060	-

Scanned with OKEN Scanner

c.2. Verificarea secţiunilor

c.2.1. Secţiunea I-I, la nivelul marginei superioare a golului ferestrei (fig.342).

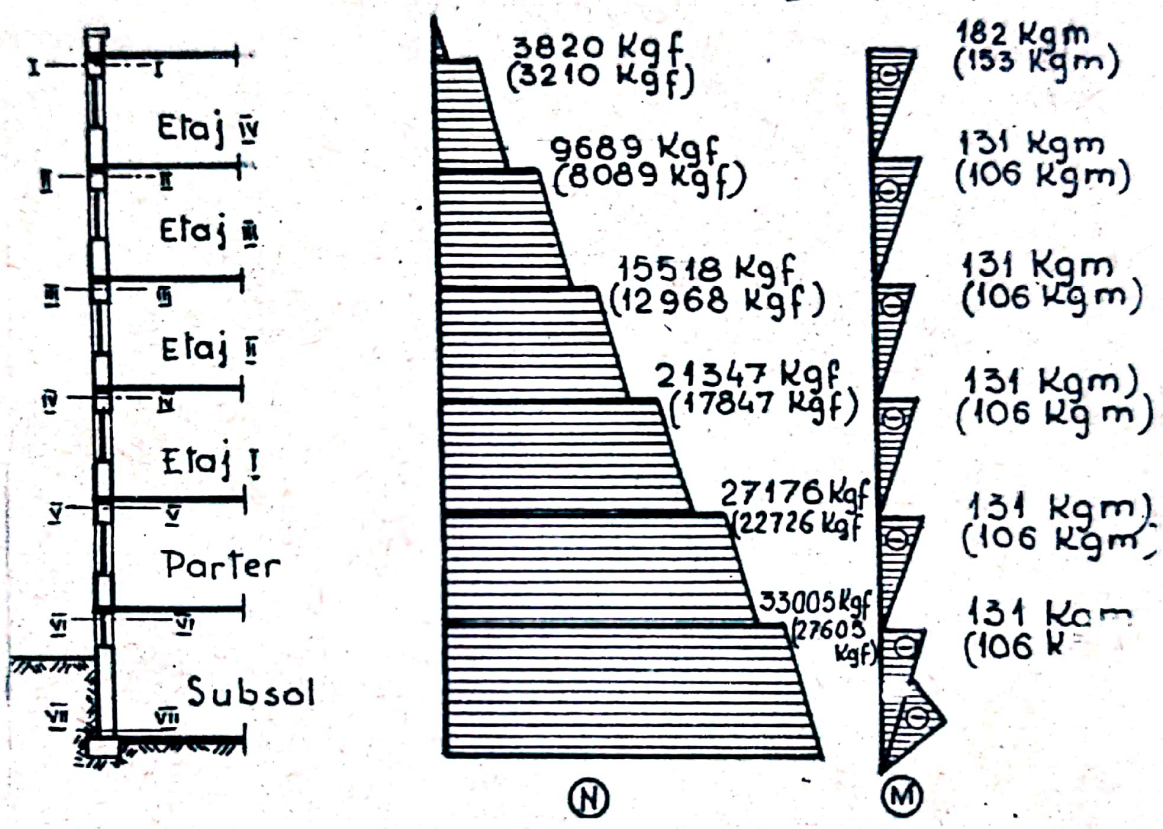


Fig.342. Diagrama de forţă axială şi moment încovoietor pentru peretele exterior

- Metoda la rupere

Se determină excentricitatea relativă $e_0 = \frac{M}{N} = \frac{12300}{4249} =$ = 2,9 cm şi se compară cu $0,45. \frac{d}{2} = 0,45. \frac{37,5}{2} = 8,45$ cm.

Intrucît $e_0 = 2,9$ cm $< 0,45. \frac{d}{2} = 8,45$ cm, în secţiune are loc solicitarea de compresiune excentrică cu mică excentricitate. Se foloseşte relaţia de verificare:

$$c_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{N(1+\frac{2e_o}{d})} > c_{ad}$$

In funcţie de marca mortarului şi a cărămizii se determină R = 22 kgf/cm^2; pentru raportul $\frac{\ell_f}{d} = \frac{290}{37,5}$ rezultă coeficientul de flambaj $\varphi = 0,92$.

Aria secţiunii peretelui la nivelul considerat este A = = 70.37,5 = 2620 cm^2.

Valoarea coeficientului de siguranţă efectiv rezultă:

$$c_{ef} = \frac{2620.22.0,92}{4249(1+\frac{2.2.9}{37,5})} = 10,8 > c_{ad} = 2,5$$

- <u>Metoda stărilor limită</u>

Excentricitatea relativă: $e_o = \frac{M}{N} = \frac{14600}{4990} = 2,94$ cm $< 0,45.\frac{d}{2} = 8,45$ cm, deci are loc solicitatea de compresiune excentrică cu mică excentricitate. Verificarea capacităţii portante se face cu relaţia:

$$N^c \leq \frac{m\,\varphi A\,R_z^c}{1+2\frac{e_o}{d}}$$

Coeficientul condiţiilor de lucru n = 0,8 deoarece aria secţiunii A = 2620 cm^2 este mai mică decît 3000 cm^2.

Coeficientul de flambaj: $\varphi = 0,92$.

Rezistenţa de calcul a zidăriei R_z^c se determină cu relaţia $R_z^c = K.R_z^n$, unde: coeficientul de omogenitate K = 0,5, iar R_z^n = 22 kg/cm^2, funcţie de marca mortarului şi a cărămizii.

Rezultă inegalitatea $\frac{0,8.0,92.2620.11}{1+\frac{2.2.94}{37,5}} = 18400$ kgf $N^c =$ = 4990 kgf.

c.2.2. Secţiunea II-II la nivelul marginii superioare a golului ferestrei

- Metoda la rupere

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{8400}{9128} = 0,92$ cm

8,45 cm;

Verificarea coeficientului de siguranţă se face cu relaţia:

$$c_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{(1+\frac{2e_o}{d}).N} = \frac{2620.22.0,92}{(1+\frac{2.0,92}{37,5})9128} = 5,6 > c_{ad} = 2,5$$

- Metoda stărilor limită

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{10500}{10859} = 0,96$ cm;

Verificarea capacităţii portante se face cu relaţia:

$$N^c \leq \frac{m\,\varphi\,AR_z^c}{1+\frac{2e_o}{d}} = \frac{0,8.0,92.2620.11}{1+\frac{2.0,96}{37,5}} = 20.000 \text{ kgf}$$

10859 kgf = N^c.

c.2.3. Secţiunea III-III, la nivelul marginii superioare a ferestrei.

- Metoda la rupere

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{8400}{1400} = 0,6$ cm < 8,45 cm

Verificarea capacităţii portante se face cu relaţia:

$$c_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{(1+\frac{2e_o}{d}).N} = \frac{2620.22.0,92}{(1+\frac{2.0,6}{37,5}).14007} = 3,7 \quad c_{ad} = 2,5$$

- Metoda stărilor limită

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{10500}{16688} = 0,625 < 8,45$ cm

Verificarea capacităţii portante se face cu relaţia:

$$N^c \leq \frac{m\,\varphi\,AR_z^c}{1+\frac{2e_o}{d}} = \frac{0,8.0,92.2620.11}{1+\frac{2.0,96}{37,5}} = 20.000 \text{ kgf} >$$

>10859 kgf = N^c

c.2.3. Secţiunea III-III, la nivelul marginii superioare a ferestrei.

- Metoda la rupere

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{8400}{1400} = 0,6$ cm<8,45 cm.

Verificarea capacităţii portante se face cu relaţia:

$$C_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{(1+\frac{2e_o}{d}).N} = \frac{2620.22,0,92}{(1+\frac{2.0,6}{37,5}).14007} = 3,7 > C_{ad} = 2,5$$

- Metoda stărilor limită

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{10500}{16688} = 0,625 < 8,45$ cm

Verificarea capacităţii portante se face cu relaţia:

$$N^c \leq \frac{m\,\varphi\,AR_z^c}{1+\frac{2e_o}{d}} = \frac{0,8.0,92.2620.11}{1+\frac{2.0,625}{37,5}} = 20500 \text{ kgf} > 16633 \text{ kgf} = N^c$$

c.2.4. Secţiunea IV-IV la nivelul marginei superioare a golului ferestrei

Metoda la rupere

Excentricitatea relativă: $e_o = \frac{M}{N} = \frac{8400}{18886} = 0,44$ cm < 8,45 cm

Pentru verificare se foloseşte relaţia:

$$C_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{(1+\frac{2e_o}{d}).N} = \frac{0,92.2620.22}{(1+\frac{2.0,44}{37,5}).18886} = 2,7 > 2,5 = C_{ad}$$

- Metoda stărilor limită

Excentricitatea relativă: $e_o = \frac{10500}{22517} = 0,47 \text{ cm} < 8,45 \text{ cm}$

Verificarea se face cu relaţia:

$$N^c \leq \frac{m \varphi A R_z^c}{1 + \frac{2e_o}{d}} = \frac{0,8.0,92.2620.11}{1 + \frac{2.0,47}{37,5}} = 20800 \text{ kgf} < 22517 \text{ kgf} = N^c$$

Capacitatea portantă a secţiunii, determinată prin metoda stărilor limită este mai mică decît forţa exterioară de calcul, de aceea pentru nivelul considerat şi cele inferioare acestuia se va utiliza cărămidă de marcă 100 şi mortar M_{50}.

Se determină $R_z^n = 30 \text{ kgf/cm}^2$; $R_z^c = KR_z^n = 0,5.30 = 15 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{m \varphi A R_z^c}{1 + \frac{2e_o}{d}} = \frac{0,8.0,92.2620.15}{1 + \frac{2.0,47}{37,5}} = 28800 \text{ kgf} > 22517 \text{ kgf} = N^c.$$

c.2.5. <u>Secţiunea V-V la nivelul marginii superioare a ferestrei</u>

Excentricitatea $e_o = \frac{8400}{23765} = 0,354 \text{ cm} < 8,45 \text{ cm}$

Pentru verificarea capacităţii portante se foloseşte relaţia:

$$C_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{(1 + \frac{2e_o}{d}).N} = \frac{2620.30,0,92}{(1 + \frac{2.0,35}{37,5}).23765} = 3,02 > ^{\wedge},5 = C_{ad}$$

- <u>Metoda stărilor limită</u>

Excentricitatea $e_o = \frac{10500}{28346} = 0,37 \text{ cm} < 8,45 \text{ cm}$

Pentru verificare se utilizează relaţia:

$$N^c = \frac{m. \varphi A.R_z^c}{(1 + \frac{2e_o}{d})} = \frac{0,8.0,92.2620.15}{1 + \frac{2.0,37}{37,5}} = 28900 \text{ kgf} > 28346 \text{ kgf} = N^c.$$

c.2.6. <u>Secţiunea VI-VI la nivelul marginii superioare a ferestrei</u>

- Metoda la rupere

Excentricitatea $e_o = \frac{8400}{28644} = 0,292$ cm $< 8,45$ cm

Verificarea capacităţii portante a secţiunii se face cu relaţia:

$$C_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{(1+\frac{2e_o}{d}).N} = \frac{4870:30.0,29}{(1+\frac{2.0,29}{37,5}).28644} = 4,6 > 2,5 = C_{ad}$$

Aria secţiunii $A = 37,5.130 = 4870$ cm^2, întrucît la subsol ferestrele au dimensiunile de 80.60 cm.

- Metoda stărilor limită

Excentricitatea relativă: $e_o = \frac{M}{N} = \frac{10500}{34179} = 0,30$ cm $<$ $<8,45$ cm.

Pentru verificarea capacităţii portante se foloseşte relaţia:

$$N^c \leq \frac{m.\varphi A R_z^c}{(1+\frac{2e_o}{d})} = \frac{1.0,92.4870.15}{(1+\frac{2.0,3}{37,5})} = 66250 \text{ kgf} > 34179 \text{ kgf} = N^c.$$

c.2.7. Secţiunea VII-VII corespunzătoare momentului maxim provenit din împingerea pămîntului

- Metoda la rupere

Excentricitatea $e_o = \frac{M}{N} = \frac{236000}{30145} = 7,85$ cm $< 8,45$ cm

$$C_{ef} = \frac{\varphi A.R}{(1+\frac{2e_o}{d}).N} = \frac{0,92.7880.30}{(1+\frac{2.7,85}{37,5}).30145} = 4,85 > C_{ad} = 2,5$$

- Metoda stărilor limită

Excentricitatea relativă $e_o = \frac{M}{N} = \frac{306000}{36005} = 8,42 < 8,45$

Pentru verificare se utilizează relaţia:

$$N^0 \leq \frac{m.\varphi A.R_z^c}{(1+\frac{2e_o}{d})} \qquad \frac{1.0,92.7880.15}{(1+\frac{2.8,42}{37,5})} = 71250 \text{ kgf} > 36005 \text{ kgf} = N^0$$

Aria secţiunii transversale A = 37,5.210 = 7880 cm^2 deoarece secţiunea corespunzătoare momentului marin se află sub parapetul ferestrei.

d. Calculul static şi de rezistenţă al peretelui interior portant

d.1. Determinarea solicitărilor

Se ia în consideraţie pentru verificare un perete interior portant dintre două încăperi identice ca mărime, peretele de ax 4, fig.343.

Acesta preia greutatea sa proprie şi încărcările din planşee de pe suprafaţa aferentă corespunzătoare S_{af2}+ S_{af3},

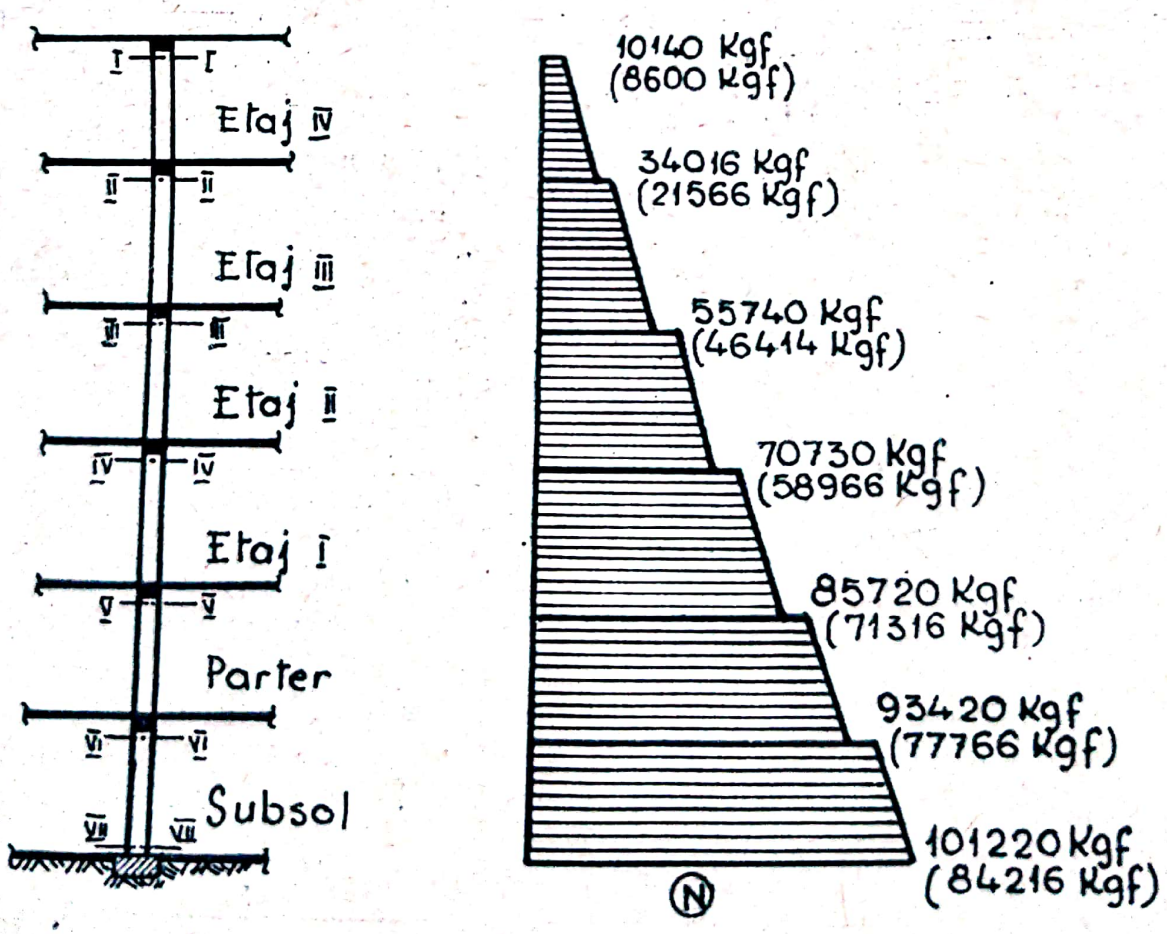


Fig.343. Diagrama de forţă axială la peretele inferior portant

Scanned with OKEN Scanner

fig.340.

Deoarece $S_{af2} = S_{af3}$, încărcările din planşee se aplică centric, deci peretele este supus la compresiune centrică.

Forţele axiale în secţiunile peretelui sînt prezentate în tabelul 31.

Tabelul 31

Secţiunea de calcul	Din încărcări permanente (kgf)			Din încărcări temporare (kgf)	Forţa axială totală (kgf)
	De la etajele superioare	De la planşeele dintre etaje	Greutatea zidăriei etajului considerat		
1	2	3	4	5	6
			Normate		
I	-	6500	-	2100	8600
II	8600	3900	6966	2100	21566
III	21566	3900	6966	2100	34532
IV	34532	3900	6966	2100	47498
V	47498	3900	6966	2100	60464
VI	60464	3900	6966	2100	73430
VII	73430	-	6450	-	86396
1	2	3	4	5	6
			De calcul		
I	-	7300	-	2840	10140
II	10140	4450	8330	2840	25760
III	25760	4450	8330	2840	41380
IV	41380	4450	8330	2840	57000
V	57000	4450	8330	2840	72620
VI	72620	4450	8330	2840	88240
VII	88240	-	7800	-	96040

d.2. Verificarea secţiunilor

Se determină capacitatea portantă a secţiunii peretelui la etajul II (secţiunea III-III), ultimul nivel la care se foloseşte cărămidă de marca 100 şi mortar marca 25 şi la nivelul

subsolului (secţiunea VII) în care solicitarea este maximă.

d.2.1. Secţiunea III-III.

- Metoda la rupere

Verificarea se face cu relaţia:

$$C_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{N} = \frac{475.25622}{34532} = 7,6 > C_{ad} = 2,5$$

- Metoda stărilor limită

Pentru verificare se foloseşte relaţia:

$$m.\ \varphi\ A.R_z^c \geq N_c = 41380 \text{ kgf}$$

$$m.\ \varphi.\ A.R_z^c = 475.25.11 = 130000 \text{ kgf} > 41380 \text{ kgf} = N^c$$

d.2.2. Secţiunea VII.

- Metoda la rupere

Verificarea se face cu relaţia:

$$C_{ef} = \frac{A.R.\varphi}{N} = \frac{475.25.30}{84224} = 4,45 > 2,5 = C_{ad}$$

- Metoda stărilor limită

Verificarea se fsce cu relaţia:

$$N_c^c \leq m.\ \varphi.A.R_z^c = 475.25.15 = 179000 \text{ kgf} > 96040 \text{ kgf} = N^c$$

Deci secţiunea este capabilă de a prelua solicitările provenite din încărcările considerate.

Exemplul 2

Să se efectueze verificările neceare la un perete interior, aparţinînd unei clădiri din panouri mari, cu destinaţia bloc de locuit, cu subsol, parter şi patru etaje. Structura panoului exterior este indicată în fig.344, iar grosimea panoului interior este de 14 cm.

a. Elemente generale de calcul

Solicitările ce acţionează asupra panoului considerat

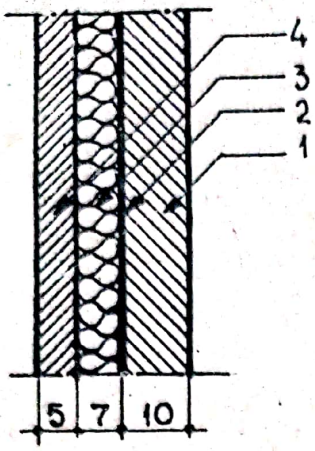


Fig.344. Structura panoului exterior, 1-beton armat 10 cm; 2-barieră de vapori; 3-izolaţie termică din vată minerală 1 cm; beton armat 5 cm

(I_1), avînd poziţia de plan, fig.345 şi caracteristicile geometrice, fig.346, rezultate din calculele efectuate pentru o structură pe diagrame din beton supusă la încărcări permanente, temporare de lungă şi scurtă durată şi accidentale (clădirea este amplasată într-o regiune cu gradul de seismicitate 7), sînt prezentate în tabelul 32 şi fig.347.

Intrucît a rezultat că panoul I_1 este o diafragmă cu goluri mici verificările se fac pentru întreaga secţiune a panoului.

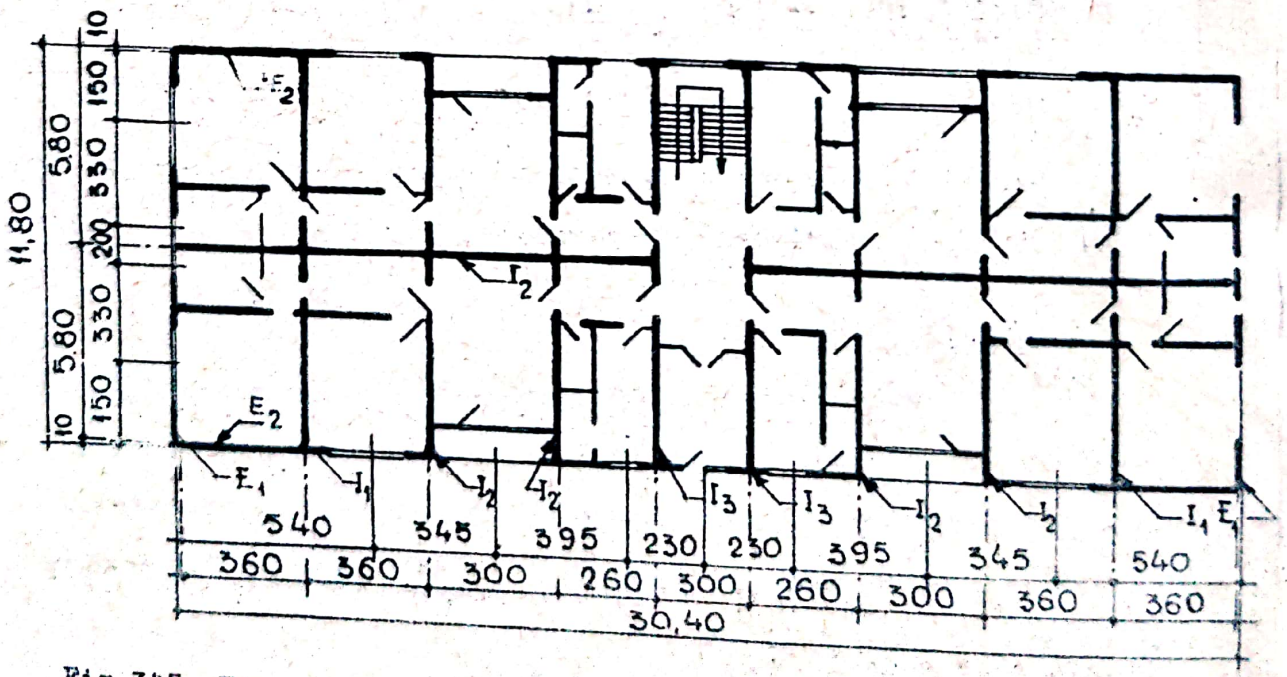


Fig.345. Elemente generale ale clădirii; plan funcţional

Tabelul 32

Solicitări în secţiunile diafragmei I_1.

Nivelul	S O L I C I T A R I		
	Forţa axială N_c (t)	Forţa tăietoare (t)	Moment încovoietor (tm)
Etajul IV	39,27	5,594	8,00
Etajul III	56,89	7,744	23,67
Etajul II	74,51	9,366	45,32
Etajul I	92,13	10,438	71,5
Parter	109,75	11,283	100,86
Subsol	123,96	11,283	127,38

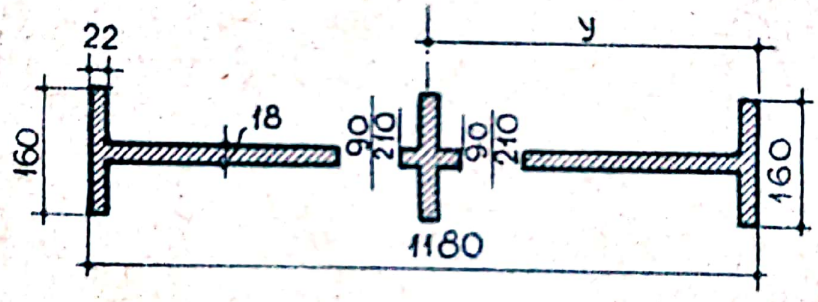


Fig.346. Caracteristicile geometrice ale panoului I_1, lu în consideraţie conlucrarea cu diafragmele perpendiculară; y - distanţa de la centrul de greutate al secţiunii la fibra cea mai depărtată

b. Verificarea la eforturi unitare normale

b.1. Verificarea rezistenţei panoului la eforturi unitare normale

Pentru verificarea rezistenţei panoului, la eforturi normale, la parter, pe baza datelor din tabelul 32, se consideră:

$$e_o = \frac{N}{N} = \frac{100,86}{109,75} = 0,99 \text{ m} < 0,95\ y = 0,95.5,90 = 5,32 \text{ m}$$

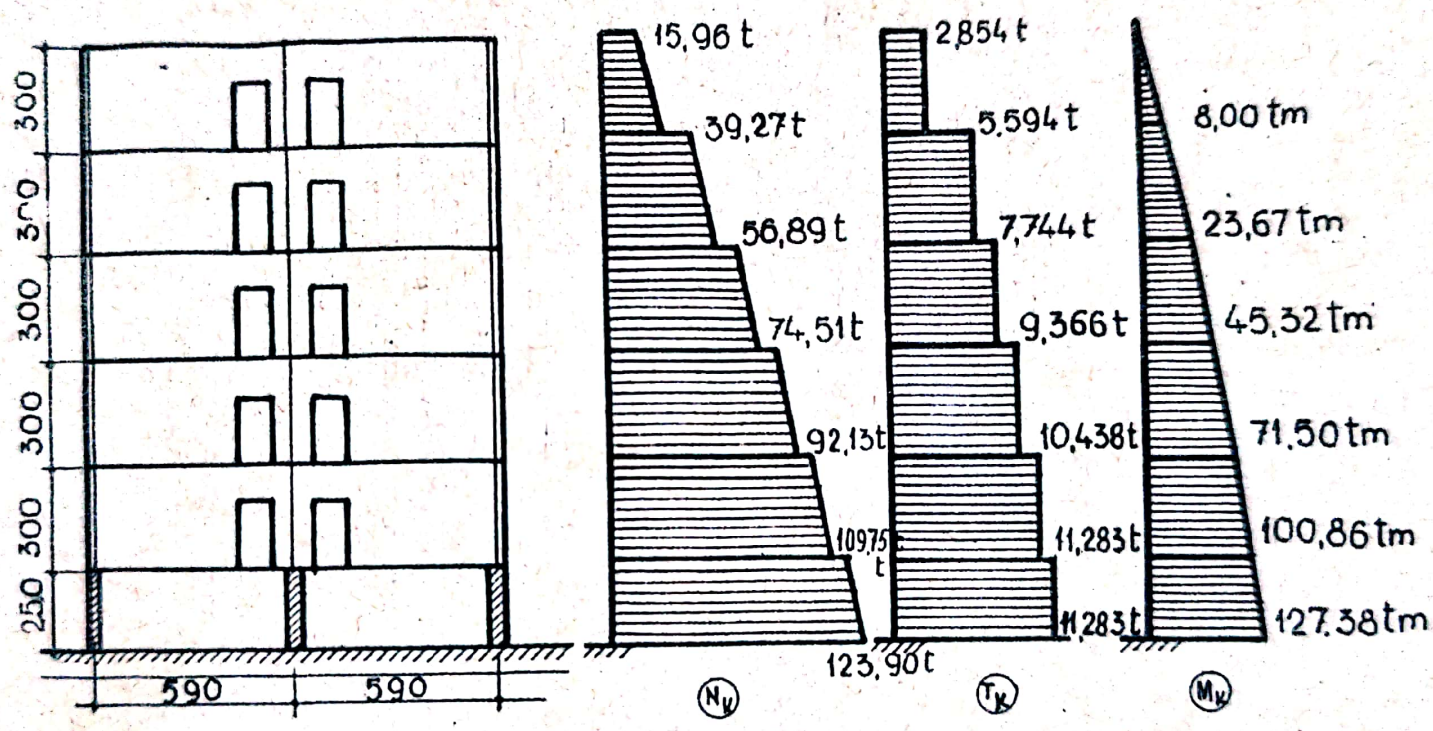


Fig.347. Peretele I_1; diagramele solicitărilor

Deoarece $e_o < 0,95\ y$, pe o secţiune nu apar eforturi de întindere, deci armarea panoului se face constructiv.

Intrucît $e_o < 0,45\ y = 0,45.5,90 = 2,66$ m; unde y este distanţa de la centrul de greutate al secţiunii la fibra cea mai depărtată, verificarea se face cu relaţia corespunzătoare cazului de compresiune excentrică cu excentricitate mică.

$$N_k \leq N_{cap} = \frac{1,1.\ m.\varphi.A.R_{pr}}{1 + \frac{e_o}{b - y}}\ ,\ \text{unde:}$$

1,1 - coeficient prin care se ţine cont de vîrsta betonului;

m=1 - coeficientul condiţiilor de lucru;

$R_{pr} = 80\ kgf/cm^2$, pentru beton B_{200}.

Coeficientul de flambaj $\varphi = 0,86$, corespunzător deformării peretelui, normal pe planul său se determină în raport cu coeficientul de subţirime echivalent:

$$\beta_{ech} = \frac{l_f}{d}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{2,40}{0,14}\sqrt{\frac{00}{500}} = 16,2 \text{ în ce}$$

l_f este înălţimea de flambaj a peretelui, determinată ţinînd cont de încastrarea peretelui pe contur.

$$l_f = \frac{h_{et}}{1 + \frac{h_{et}}{b}} = \frac{3,00}{1 + \frac{3,00}{2x5,90}} = 2,40\ m$$

α - pentru panourile din beton greu are valoarea 1500.

Stiind că $e_o = 0,99$ m şi calculînd mărimile A,b, şi y, funcţie de dimensiunile panoului, obţinem:

$$N_{cap} = \frac{1,1.0,86.80.25940}{1 + \frac{0,99}{5,90}} = 760\ t \qquad 109,75\ tf = N_{k\ max}$$

deci panoul poate prelua forţa axială şi momentul încovoietor.

b.2. Verificarea rostului orizontal la eforturi unitare normale

Pentru e_o = 0,99 m < 0,45 y = 2,66 m, rezistența rostului se verifică cu aceeași relație, în care se introduce coeficientul m = 0,9, prin care se ține seama de umplerea incompletă a rostului cu mortar, iar coeficientul de flambaj $\varphi = 1$, întrucît verificarea se face pe reazem. Pentru rezistența mortarului R_{pr} = 33 kgf/cm^2, rezultă:

$$N_{cap} = \frac{1.1.0,9.1.33.25940}{1 + \frac{99}{5,90}} = 280 \text{ tf} > 109,5 \text{ tf} = N_o$$

Deci capacitatea portantă a rostului este suficientă.

c. Verificarea la eforturi unitare tangențiale

c.1. Verificarea panoului la eforturi unitare tangențiale

Se face cu relația: $T < T_{cap} = R_{ef} \frac{d.b}{\mu}$, în care: R_f, este rezistența de calcul a betonului la forfecare, care se determină cu relațiile:

$$R_f = 1,5\ R_t = 1,5.6,5 = 9,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_f = \sqrt{R_t\ (R_t + \sigma_o)} = \sqrt{6,5(6,5 + 4,24)} = 8,3 \text{ kg/cm}^2.$$

In relațiile de mai sus, R_t = 6,5 kg/cm^2 este rezistența la întindere axială a betonului, iar $\sigma_o = \frac{N}{A} = \frac{109.500}{25,940} =$ = 4,24 kg/cm^2.

In calcul se ia cea mai mică dintre cele două valori calculate R_t = 8,3 kg/cm^2.

Admițînd pentru coeficientul de uniformitate al eforturilor tangențiale μ = 1,15 pentru secțiuni oarecare d = 14 cm, grosimea panoului, iar b = 1180 cm, se obține:

$$T_{cap} = 8,3 \cdot \frac{14.1180}{1,15} = 119000 \text{ kgf} = 119 \text{ tf} > 11,283 \text{ tf} = T_k$$

Deci eforturile unitare tangențiale pot fi preluate de secțiunea panoului.

c.2. Verificarea rostului orizontal la eforturi tangențiale

Pentru verificarea rostului orizontal la eforturi tangențiale se folosește relația de mai sus, admițînd că forța tăietoare în rost este preluată numai de mortar:

$$R_t = R \text{ adez} + 0,8 \, f.\sigma_o = 0,6 + 0,8.0,7.4,24 = 4,2 \text{ kg/cm}^2$$

în care, f = 0,8, coeficient de frecare.

$\sigma_o = 4,24 \text{ kg/cm}^2$ efort unitar de compresiune calculat anterior.

Se obține inegalitatea:

$$T_{cap \text{ rost}} = 4,2 \cdot \frac{14.1180}{1,15} = 55.100 = 55,1 \text{ tf} > T_1 =$$

= 11,283 tf, (forța tăietoare la parter, în tab. 3.2)

Rezultă că rostul orizontal este capabil de a prelua eforturile unitare tangențiale.

c.3. Verificarea rostului vertical dintre panoul transversal și pereții longitudinali

Eforturile au valori maxime la primul nivel egale cu:

$$T_V = h_{ef} \cdot \frac{S_o}{I} T_1 = 3 \cdot \frac{2,45}{19,2} \cdot 11,283 = 4,2 \text{ tf}$$

unde S_o este momentul static al secțiunii orizontale a peretelui în raport cu axa care trece prin rost.

$$S_o = \frac{5,92.0,14}{2} = 2,45 \text{ m}^2$$

I, momentul de inerție al suprafeței secțiunii peretelui

$$I = \frac{0,14.11,83}{12} = 19,2 \text{ m}^2$$

Rezistenţa rostului este determinată de adeziunea dintre mortar şi beton conform relaţiei:

$$T_{cap} = R_c \frac{d.h_{et}}{\mu} = 1,6 \frac{14,300}{1,5} = 4,35 \text{ tf} > 4,2 \text{ tf}.$$

Ţinînd seama că rosturile verticale sînt armate puternic cu mustăţile lăsate din panou, rezistenţa la forfecare se determină cu relaţia:

$$R_f = R_{adez} + 0,8 \, f. \, \sigma_o = 1,6 + 0,8.0,7.0 = 1,6 \text{ kgf/cm}^2$$

în care R_{adez}, rezistenţa la adeziune, se ia fără coeficient de reducere, iar $\sigma_o = 0$.

Rezultă că rezistenţa rostului este asigurată de aderenţa dintre mortar şi panou.

B. CARACTERISTICILE HIGROTERMICE ALE PERETILOR [x)]

Exemplul 1.

Să se calculeze coeficientul de transmisie a căldurii(k_o), şi să se verifice rezistenţa termică pentru zona II-a climatică, la un perete compus, alcătuit din două straturi de beton cu puzderie de cînepă, ϱ = 600 kg/m^3, strat de aer pentru ventilaţie, plăci de ipsos la interior şi azbociment la exterior, fig.348. Se va lua în considerare gradul de ventilaţie al peretelui prin două serii de orificii de cîte 70 cm^2 secţiune, pe ml de perete.

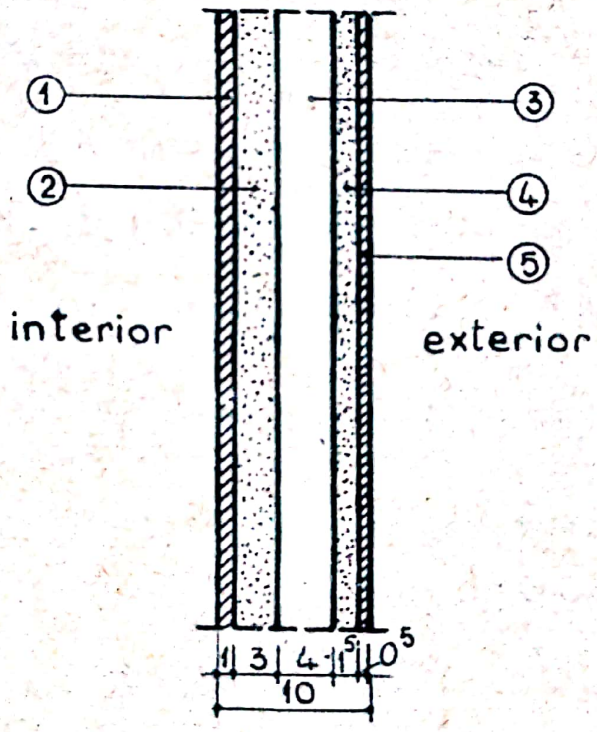


Fig.348. Calculul coeficientului de transfer la un perete compus. 1. plăci de ipsos (interior) ϱ = 1100 kg/m^3; 2.strat beton cu puzderie de cînepă ϱ = 600 kg/m^3; 3.strat de aer; 4. strat beton cu puzderie de cînepă ϱ = 600 kg/m^3; 5.azbociment (exterior) ϱ = 1900 kg/m^3.

---

x) Aplicaţiile numerice au fost efectuate cu concursul asist. ing.Ungureanu Mihai.

A) Coeficientul (K_o)

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor componente

- plăci de ipsos (interior): $d_1 = 1$ cm; $\varrho_1 = 1100$ kg/m^3; $\lambda_1 = 0,41$ W/m °C

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,41} = 0,02 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

- strat de beton din puzderie de cînepă; $d_2 = 3$ cm; $\varrho_2 = 600$ kg/m^2; $\lambda_2 = 0,16$ W/m °C

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,03}{0,16} = 0,18 \text{ m}^2\text{ °C/W}$$

- strat de ser; $d_3 = 4$ cm; $R_3 = 0,170$ m^2 °C/W

$$R_i = R_1 + R_2 = 0,02 + 0,18 = 0,20 \text{ m}^2\text{ °C/W}$$

- strat de beton din puzderie de cînepă: $d_4 = 1,5$ cm; $\varrho_4 = 600$ kg/m^3; $\lambda_4 = 0,16$ W/m °C

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0,015}{0,16} = 0,09 \text{ m}^2\text{ °C/W}$$

- azbociment (exterior); $d_5 = 0,5$ cm; $\varrho_5 = 1900$ kg/m^3; $\lambda_5 = 0,35$ W/m °C

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_5} = \frac{0,005}{0,35} = 0,01 \text{ m}^2\text{ °C/W}$$

$$R_e = R_4 + R_5 = 0,09 + 0,01 = 0,10 \text{ m}^2\text{ °C/W}$$

- rezistențele la schimb superficial de căldură:

$$\frac{1}{i} + \frac{1}{e} = 0,166 \text{ m}^2\text{ °C/W}$$

b) Rezistența termică totală la transmisia căldurii este:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^k \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{K_o} = 0,20 + 0,10 + 0,170 + 0,166 = 0,636 \ m^2 \ ^oC/W$$

c) <u>Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultă</u>:

$$K_o = \frac{1}{0,636} = 1,58 \ W/m^2 \ ^oC$$

B) <u>Calculul coeficientului (K_o')</u>

$$\frac{1}{K_o} = 0,166 + 0,02 + 0,18 = 0,366 \ m^2 \ ^oC/W$$

Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultă:

$$K_o = \frac{1}{0,366} = 2,6 \ W/m^2 \ ^oC$$

Pentru $\frac{R_e}{R_i} = \frac{0,10}{0,20} = 0,5$ din R.E.E.F. pentru suprafaţa orificiilor de ventilaţie de 70 cm^2, $\alpha = 0,20$ şi deci:

$$K_{ef} = K_o + \alpha (K_o' - K_o)$$

$$K_{ef} = 1,58 + 0,20 (2,6 - 1,58) = 1,784 \ W/m^2 \ ^oC$$

$$R_{ef} = \frac{1}{K_{ef}} = 0,57 \ m^2 \ ^oC/W$$

C) <u>Verificarea rezistenţei termice corespunzător zonei a II-a climatice</u>. Se calculează rezistenţa termică necesară:

$$R_{onec} = \frac{t_i - t_{e\ n.m}}{\alpha_i . \Delta t_{i\ max}}$$

Pentru clădiri de locuit şi social-culturale se va lua:

$t_e = -15^oC$

$\alpha_i = 8,12 \ W/m^2 \ ^oC$

$'_n = 1,15$ (masivitate mică)

$n = 1$

$t_i = 20^oC.$ (= 60%)

$\Delta\theta_{i\ max} = 6^oC$

Valoarea rezistenței termice necesare rezultă:

$$R_{onec} = \frac{(20 + 15).1.1,15}{8,12.\ 6} = 0,83\ m^2\ ^oC/W$$

Deoarece $R_{ef} = 0,057\ m^2\ ^oC/W < 0,83\ m^2\ ^oC/W$, apare necesară redimensionarea termoizolației, privind condiția:

$$R_{ef} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e} = R_{o\ nec}$$

$$0,02 + \frac{K}{0,16} + 0,17 + 0,01 + 0,166 = 0,83$$

Analitic rezultă 7,52 cm, practic se ia termoizolația totală în grosime de 10 cm, în două straturi de 7 cm și 3 cm grosime.

Se recalculează rezistențele la permeabilitate termică:

$$R_1 = 0,02\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_2 = \frac{0,07}{0,16} = 0,437\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_3 = 0,170\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_1 = R_1 + R_2 = 0,02 + 0,437 = 0,457\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_4 = \frac{0,03}{0,16} = 0,187\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_5 = 0,01\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_6 = R_4 + R_5 = 0,187 + 0,01 = 0,197\ m^2\ ^oC/W$$

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_o = \frac{1}{K_o} = 0,457 + 0,197 + 0,166 = 0,990 \ m^2 \ ^oC/W$$

$$K_o = 1,01 \ W/m^2 \ ^oC$$

$$R'_o = \frac{1}{K_o} = 0,166 + 0,02 + 0,437 = 0,623 \ m^2 \ ^oC/W$$

$$K'_o = 1,6 \ W/m^2 \ ^oC$$

Pentru raportul $\frac{R_e}{R_i} = \frac{0,197}{0,437} = 0,45$, se ia $\alpha = 0,20$ şi deci:

$$K_{ef} = K_o + \alpha (K'_e - K_o) = 1,12 \ W/m^2 \ ^oC$$

$$R_{ef} = \frac{1}{K_{ef}} = \frac{1}{1,12} = 0,893 > R_{o \ nec} = 0,83 \ m^{2o}C/W$$

D) Verificarea masivităţii

Se calculează caracteristica de inerţie termică:

$D = \sum_1^K R_k . S_k = 0,02.5,16 + 0,437.3,65 + 0,17.0,27 + 0,187.3,65 + 0,01.1,29 = 2,42$ pentru care m = 1,1.

Pentru m = 1,1, valoarea rezistenţei termice necesare este:

$$R_{o \ nec} = 0,792 \ m^2 \ ^oC/W$$

Grosimea termoizolaţiei rezultă, x = 7 cm

Se adoptă în final grosimea totală, x = 10 cm, (7 cm la interior şi 3 cm la exterior), pentru a fi îndeplinită condiţia:

$$R_{ef} \geq R_{o \ nec}$$

Exemplul 2. Să se calculeze coeficientul de transmisie a căldurii (K_o), şi să se verifice rezistenţa termică pentru zona II-a climatică, la un perete cortină alcătuit dintr-un strat de P.F.L., cu ϱ = 700 kg/m^3, un strat de polistiren expandat cu ϱ = 20 kg/m^3 şi tablă ondulată de aluminiu cu ϱ = 2600 kg/m^3, fig.349.

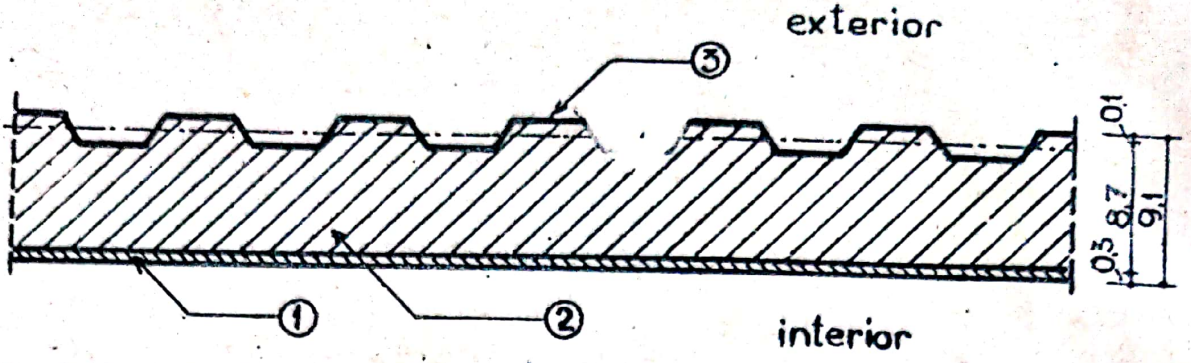


Fig.349. Calculul coeficientului de transfer la un perete cortină 1. P.F.L. = 700 kg/m^3; 2. polistiren expandat = 20 kg/m^3; 3. tablă ondulată de aluminiu = 2600 kg/m^3

A) <u>Determinarea coeficientului total de transfer a căldurii</u>

a) <u>Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor componente</u>

- P.F.L. (interior): $d_1 = 0,3$ cm $\rho_1 = 700$ kg/m^3; $\lambda_1 = 0,21$ W/m °C

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,003}{0,21} = 0,014 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- Polistiren expandat: $d_2 = 8,7$ cm $\lambda_2 = 0,04$ W/m °C; $\rho_2 = 20$ kg/m^3

S-a considerat grosimea medie a stratului de polistiren.

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,087}{0,040} = 2,1 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- Tabla de aluminiu (exterior): $d_3 = 0,1$ cm; $\lambda_3 = 220,4$ W/m °C; $\rho_3 = 2600$ kg/m^3

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,001}{220,4} = 0,000004 \text{ m}^2 \text{ °C/W (se neglijează)}$$

- Rezistențele la schimb superficial de căldură:

$$\frac{1}{\alpha_1} \quad \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

b) Rezistenţa termică totală la transmisia căldurii este:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{K_o} = 0,014 + 2,1 + 0,166 = 2,28 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

c) Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii, rezultă:

$$K_o = \frac{1}{2,28} = 0,44 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

B) Verificarea rezistenţei termice corespunzător zonei a II-a climatică

Se calculează rezistenţa termică necesară pentru condiţii de locuinţe şi social-culturale.

$$R_{o\ nec} = \frac{(t_i - t_e).n.m.}{\alpha_i . \Delta\theta_{i\ max}}$$

$t_e = -15°C$

$\alpha_i = 8,12 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$

$m = 1,2$ masivitate f.m.

$n = 1$

$t_i = 20°C$

$\Delta\theta_{i\ max} = 6°C$

Valoarea rezistenţei termice necesară:

$$R_{o\ nec} = \frac{(20 + 15).1.1.2}{8,12.6} = 0,87 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

Valoarea rezistenţei termice efective:

$$R_{ef} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,014 + 2,1 + 0,000004 + 0,166 = 2,28 \text{ m}^2 \text{ °C/W}.$$

Se verifică inegalitatea:

$R_{ef} = 2,28 > R_{o\ nec} = 0,87$ (condiţia de rezistenţă este îndeplinită).

C) <u>Verificarea masivităţii</u>

Se calculează caracteristica de inerţie termică:

$$D = \sum_{1}^{K} R_k . S_k = 0,014 . 5,16 + 0,29 . 2,1 + 0,000004 . 140,9 = 0,672$$

Pentru $D < 1$, $m = 1,2$ (masivitate foarte mică)

Deoarece R_{ef} este mult mai mare decît $R_{o\ nec}$, rezultă că termoizolaţia este supradimensionată. Grosimea minimă necesară de polistiren expandat, pentru asigurarea confortului termic, rezultă:

$$R_{o\ nec} = 0,87\ m^2\ ^oC/W$$

$$R_{o\ nec} = R_{ef} = 0,014 + \frac{x}{0,04} + 0,000004 + 0,166 = \frac{x}{0,04} + 0,180$$

De unde x, grosimea termoizolaţiei este:

$$\frac{I}{0,04} + 0,180 = 0,87 \qquad I = 2,76\ cm,\ rotund\ 3\ cm$$

Recalculînd rezistenţa termică efectivă se obţine:

$$R_{ef} = 0,014 + \frac{0,03}{0,04} + 0,000004 + 0,166 = 0,93\ m^2\ ^oC/W$$

Inegalitatea de dimensionare termică este verificată:

$$R_{ef} = 0,93 > R_{o\ nec} = 0,87\ m^2\ ^oC/W$$

Exemplul 3. Să se verifice rezistența termică a peretelui de 24 cm grosime din blocuri ceramice cu găuri tip C_1 tencuit pe ambele fețe, fig.350, pentru condițiile din zona II-a climatică

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor componente:

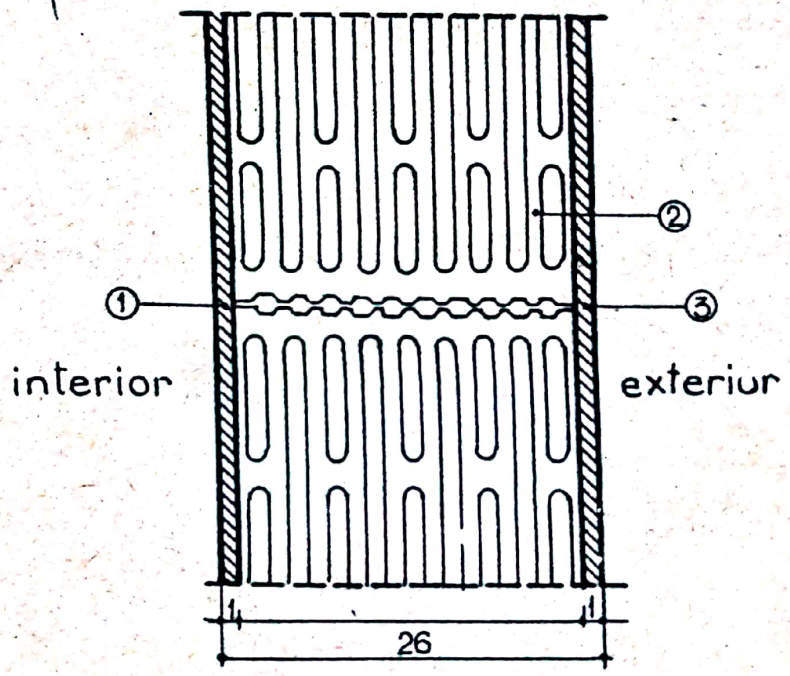


Fig.350. Calculul coeficientului de transfer a căldurii l perete din blocuri ceramice..

1. tencuială var-ipsos $\rho = 1300$ kg/m^3;
2. bloc ceramic tip C_1;
3. tencuială mortar ciment-var $\rho = 1800$ kg/m^3

- tencuială var-ipsos (interior): $d_1 = 1$ cm;

$\rho_1 = 1300$ kg/m^3; $\lambda_1 = 0,558$ W/m °C

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,558} = 0,018 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- blocul ceramic, tip C_1, avînd dimensiunile:24.23.20 cm.

Rezistenţa termică a blocului ceramic folosind metoda lui Vlasov, se determină ca medie ponderată între rezistenţa la transmisia căldurii prin straturi paralele cu direcţia fluxului termic($R_{\parallel}$) şi perpendiculare pe flux ($R_{\perp}$), pe baza relaţiei:

$$R_{med} = \frac{R_{\parallel} + 2 R_{\perp}}{3} \quad m^2\ ^oC/W$$

Pentru acest tip de bloc ceramic, rezultă rezistenţa la permeabilitate termică:

$$R_{med} = R_2 = 0,590\ m^2\ ^o/W$$

- tencuială mortar, ciment var (exterior): d_3 = 1 cm;

ρ_3 = 1800 kg/m^3; λ_3 = 0,930 W/m^oC; $R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,01}{0,93} =$

$= 0,016\ m^2\ ^oC/W.$

b) <u>Rezistenţa la schimb superficial de căldură:</u>

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166\ m^2\ ^oC/W$$

c) <u>Rezistenţa termică totală la transmisia căldurii este:</u>

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^k \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{k_o} = 0,018 + 0,59 + 0,016 + 0,166 = 0,79\ m^2\ ^oC/W$$

c) <u>Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultă:</u>

$$K_o = \frac{1}{0,79} = 1,24\ W/m^2\ ^oC$$

d) <u>Verificarea rezistenţei termice corespunzătoare zonei a II-a climatică</u>

Se calculează rezistenţa termică necesară:

$$R_{o\ nec} = \frac{(t_i - t_e)\ m.n}{\alpha_i \cdot \Delta\tau_{i\ max}}$$ în care: $t_e = -15^{\circ}C$

$\alpha_i = 8,12\ W/m^2\ ^{\circ}C$

$m = 1,05$ (masivitatea mijlocie)

$n = 1$

$$R_{o\ nec} = \frac{(20 + 15).1.1,05}{8,12.6} = 0,75\ m^2\ ^{\circ}C/W$$

$t_i = 20^{\circ}C$ ($\varphi_i = 60\%$)

$\Delta\tau_{i\ max} = 6^{\circ}C$

Valoarea rezistenţei termice efective este:

$$R_{ef} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,018 + 0,59 + 0,016$$

$+ 0,166 = 0,79\ m^2.^{\circ}C/W$

Se constată îndeplinirea condiţiei de dimensionare termică a peretelui considerat deoarece $R_{ef} = 0,79 > R_{o\ nec} = 0,75$

e) Verificarea masivităţii

Se calculează caracteristica inerţiei termice:

$$D = \sum_1^K R_k.S_k = 0,018.7 + 0,59.6,05 + 0,016.10,03 = 3,84$$

Pentru $D = 3,48$, $m = 1,05$ (masivitate mijlocie)

Exemplu 4. Să se calculeze coeficientul mediu de transmisie a căldurii (K_m), la un perete din zidărie de cărămidă plină, prevăzut cu sîmbure de beton armat, în zona punţii termice. Peretele este tencuit pe ambele feţe, fig.351.

A) Determinarea coeficientului (K_o), într-o secţiune curentă

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor şi permeabilitatea termică a straturilor

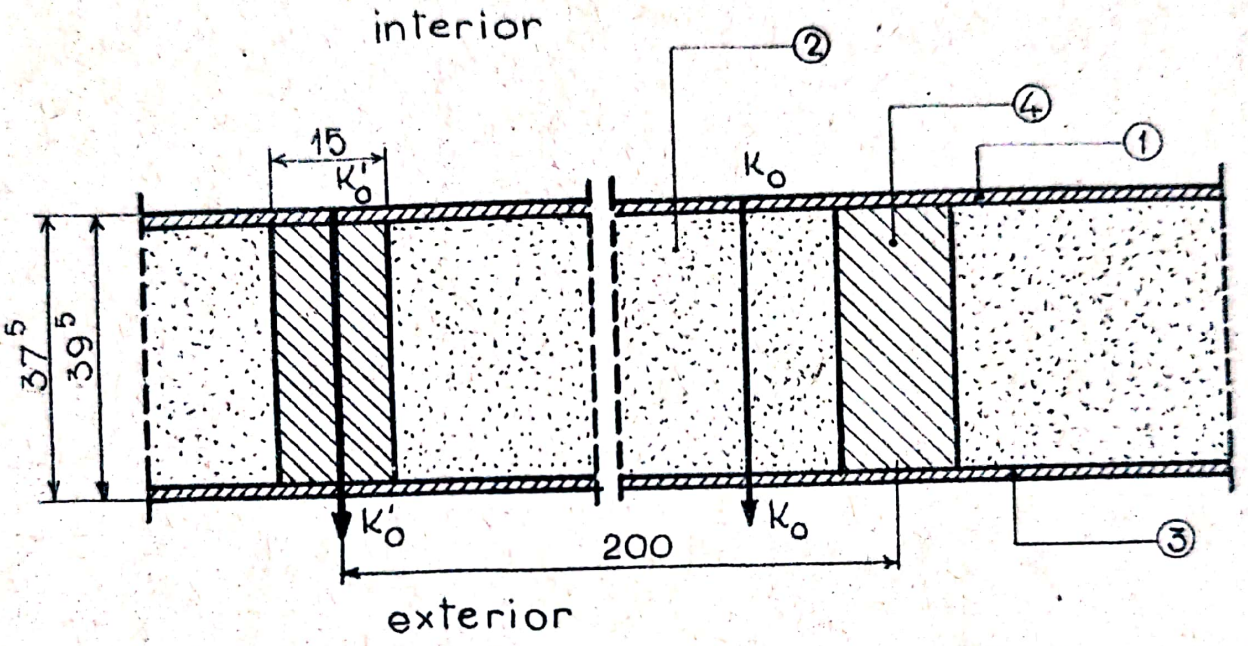


Fig.351. Calculul coeficientului de transfer la un perete din zidărie de cărămidă, prevăzut cu sîmbure de beton armat.

1. tencuială var-ipsos (interior) $\rho_1 = 1300$ kg/m^3; 2. zidărie de cărămidă plină $\rho_2 = 1800$ kg/m^3; 3. tencuială mortar ciment-var (exterior) $\rho_3 = 1800$ kg/m^3; 4. sîmbure beton armat $\rho_4 = 2400$ kg/m^3

Scanned with OKEN Scanner

- tencuială var-ipsos (interior); d_1 = 1 cm;

ϱ_1 = 1300 kg/m^3; λ_1 = 0,56 W/m°C

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,56} = 0;017 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- zidărie de cărămidă plină; d_2 = 37,5 cm;

ϱ_2 = 1800 kg/m^3; λ_2 = 0,81 W/m °C

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,375}{0,81} = 0,465 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- tencuială mortar ciment-var (exterior); d_3 = 1 cm;

ϱ_3 = 1800 kg/m^3; λ_3 = 0,93 W/m °C

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,01}{0,93} = 0,0104 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- rezistența la schimb superficial de căldură:

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

b) Rezistența termică totală la transmisia căldurii este:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{k_o} = 0,017 + 0,465 + 0,0104 + 0,166 = 0,638 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

c) Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultată:

$$K_o = \frac{1}{0,658} = 1,52 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

B) Coeficientul (K'_o), în dreptul sîmburelui de beton armat

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor

- tencuială var-ipsos (interior): d_1 = 1 cm;

ρ_1 = 1300 kg/m^3; λ_1 = 0,56 W/m °C

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,56} = 0,017 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- beton armat: d_4 = 37,5 cm; ρ_4 = 2400 kg/m^3;

λ_4 = 1,62 W/m °C

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0,375}{1,62} = 0,23 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- tencuială mortar ciment-var (exterior); d_3 = 1 cm;

ρ_3 = 1800 kg/m^3 ; λ_3 = 0,93 W/m °C

$$R_3 = \frac{0,01}{0,93} = 0,0104 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- rezistența la schimb superficial de căldură:

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

b) <u>Rezistența termică totală la transmisia căldurii este</u>:

$$R'_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R'_o = \frac{1}{k'_o} = 0,017 + 0,23 + 0,0104 + 0,166 = 0,423 \text{ m}^3\text{°C/W}$$

c) <u>Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii este</u>:

$$K'_o = \frac{1}{0,423} = 2,36 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

Coeficientul mediu de transmisie a căldurii se calculează cu relația:

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_i A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

în care: A_i, suprafața de perete pentru care coeficientul de transmisie este egal cu K_i.

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea coeficientului mediu de transfer a căldurii este:

$$K_m = \frac{(1,52.1,85)+(2,36.0,15)}{2,00} \quad \frac{2,8 + 0,355}{2} = 1,57 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

c) Verificarea rezistenței termice corespunzător zonei a II-a climatice

Se consideră rezistențele termice în zona curentă și în zona punții termice.

$$R_o = \frac{1}{K_o} = \frac{1}{1,} = 0,658 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

$$R'_o = \frac{1}{K_o} = \frac{1}{2,36} = 0,423 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

$$R_i = \frac{1}{\alpha_i} = \frac{1}{8,12} = 0,123 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

Se calculează rezistența termică necesară pentru zona a II-a climatică, considerînd:

$t_e = -15^{\circ}C$

$t_i = 20^{\circ}C$

$\varphi_i = 60\%$

$m = 0,95$ (masivitate mare)

$n = 1$

$\Delta\theta_i = 6^{\circ}C$

$\alpha_i = 8,12$

$$R_{o\ nec} = \frac{(t_i - t_e)\ m.n}{\alpha_i . \Delta\theta_{i\ max}} = 0,63 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

Valoarea rezistenței termice efective este:

$$R_{ef} = R_m = \frac{1}{K_m} = \frac{1}{1,57} = 0,64 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

Se constată inegalitatea:

$$R_{ef} = 0,64 < R_{o\ nec} = 0,68$$

Se va interveni asupra punții termice și anume se va

aplica un strat de pîslă minerală de lăţimea punţii (a), la interior, fig.352. Asupra părţii de zidărie este mai greu de acţionat (eventual prin mărirea grosimii zidului, sau prin folosirea unui material termoizolant cu calităţi superioare).

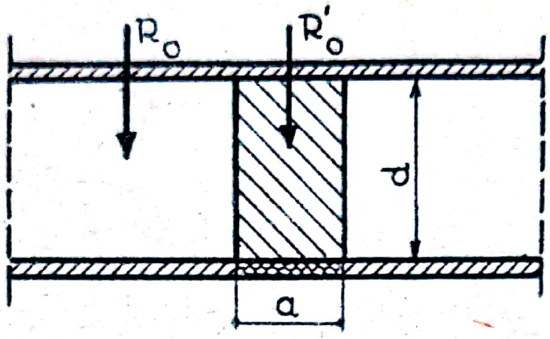


Fig.352

Rezistenţa termică, corectată în zona punţii rezultă:

$$R_{2ef} = 0,017 + 0,23 + \frac{X}{0,08} + 0,0104 + 0,166 = \frac{X}{0,08} + 0,423 =$$

$= 0,68.$

De unde se obţine grosimea x a termoizolaţiei.

$$X = (0,68 - 0,423).0,08 = 2,08 \text{ cm}$$

Pentru a evita condensul şi pentru a fi asigurată condiţia de confort termic în ansamblul peretelui, se adoptă X = 3 cm, grosimea stratului de pîslă minerală.

Rezistenţa termică în zona punţii va fi:

$$R'_o = R_{2ef} = 0,017 + 0,23 + 0,375 + 0,0104 + 0,166 = 0,798 \text{ m}^2\text{°C/W}$$

$$K_{2\,ef} = \frac{1}{0,798} = 1,26 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

Coeficientul mediu de transfer a căldurii este:

$$K_m = \frac{(1,52.1,85) + (1,26.0,15)}{2} = 1,48 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

Rezistenţa medie efectivă, considerînd şi influenţa termoizolaţiei, în zona stîlpului, este:

$$R_{ef} = R_m = \frac{1}{K_m} = 0,68 = R_{o\ nec}$$

Se constată îndeplinirea condiției de confort termic.

D) Temperatura minimă pe suprafața interioară a elementului de construcție, în zona punții termice, se poa calcula cu relația:

$$\theta_{i\ min} = t_i - (t_i - t_e).R_i.\frac{R'_o + \eta\ (R_o - R'_o)}{R_o.\ R'_o} > \theta_r$$

conform STAS 6472/968, în care:

- R_o , rezistența la transmisia căldurii în zona punții ($m^2/^oC$) ;

- R'_o , rezistența la transmisia căldurii în zona punții ($m^2/^oC$);

- η , coeficient de corecție în axul punții, conform datelor din anexa I (curs Higrotermica și Acustica clădirilor funcție de tipul punții și raportul $\frac{a}{d}$, "a" fiind lățimea punții și "d" grosimea elementului de construcție;

- θ_r , temperatura de rouă la care poate interveni condensul pe suprafața elementului de construcție, în funcție de umiditatea și temperatura aerului interior, în ^oC.

Pentru evitarea condensului trebuie asigurată respectarea inegalității indicată de relația de mai sus.

Pentru $\frac{a}{d} = \frac{15}{37,5} = 0,4$, $\eta = 0,75$

E) Determinarea temperaturii de rouă

Pentru t_i = 20 ^oC, E = 17,54 mm Hg (presiunea de saturație a vaporilor de apă)

Pentru φ_i = 60%, presiunea parțială a vaporilor de apă este:

e = 0,60. E = 10,52 mm Hg, care reprezintă presiunea de saturație pentru temperatura de 12^oC.

Scanned with OKEN Scanner

Deci $\vartheta_r = 12^{\circ}C$, temperatura de rouă.

Valoarea temperaturii minime în zona punţii termice este:

$$\vartheta_{i\ min} = t_i - (t_i - t_e).R_i \cdot \frac{(R'_o + \eta_p (R_o - R'_o)}{R_o \cdot R'_o} = 20 - 35.0,123. \frac{0,798 + 0,75\ (0,65-0,79)}{0,79.0,65} = 20 - 5,8 = 14,2^{\circ}C$$

Se constată inegalitatea:

$$\vartheta_{i\ min} = 14,2^{\circ}C > \vartheta_r = 12^{\circ}C$$

Pe suprafaţa interioară a punţii termice, teoretic nu apare fenomenul de condens.

Exemplul 5. Să se calculeze coeficientul de transmisie a căldurii (K_m), la un penou în 3 straturi, cu gol de fereastră, luînd în considerare şi efectul punţilor termice, fig.353.

A) Coeficientul (K_o), într-o secţiune curentă

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor şi permeabilitatea termică a straturilor

- beton armat: $\rho_1 = 2400\ kg/m^3$; $\lambda_1 = 1,62\ W/m\ ^{\circ}C$; $d_1 = 0,20\ m$;

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,20}{1,62} = 0,124\ m^2\ ^{\circ}C/W$$

- polistiren expandat: $\rho_2 = 20\ kg/m^3$; $\lambda_2 = 0,04\ W/m\ ^{\circ}C$; $d_2 = 0,03\ m$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,03}{0,04} = 0,75\ m^2\ ^{\circ}C/W$$

- rezistenţa la schimb superficial de căldură

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166\ m^2\ ^{\circ}C/W$$

b) Rezistenţa termică la transmisia căldurii este:

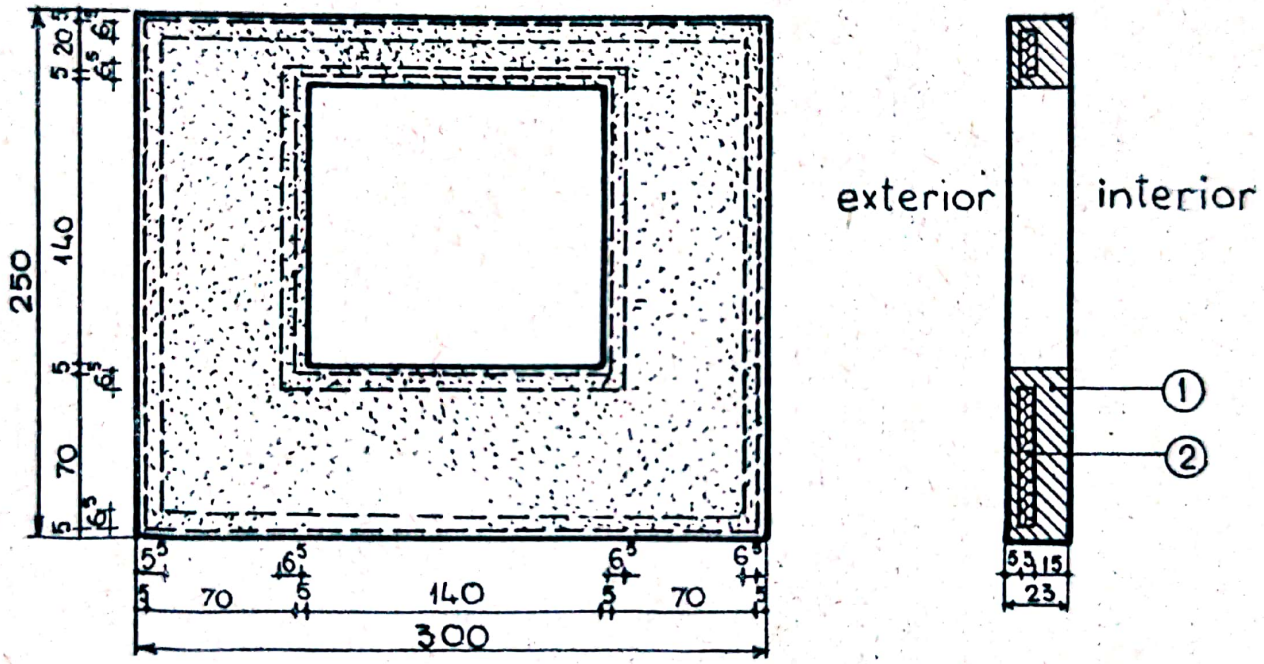


Fig.353. Calculul coeficientului de transfer la un panou cu gol de fereastră

1. beton armat $\varphi_1 = 2400$ kg/m^3 ; 2. polistiren expandat $\varphi_2 = 20$ kg/m^3

Scanned with OKEN Scanner

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{K_o} = 0,124 + 0,75 + 0,166 = 1,04 \ m^2 \ ^oC/W$$

c) Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii, rezultă:

$$K_o = \frac{1}{1,04} = 0,97 \ W/m^2 \ ^oC$$

B) Coeficientul (K'_o) în dreptul ancadramentului

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor

- beton armat: $\rho_1 = 2400 \ kg/m^3$; $\lambda_1 = 1,62 \ W/m^oC$;

$d_1 = 0,23 \ m$

$$R_1 = \frac{d_1}{1} = \frac{0,23}{1,62} = 0,142 \ m^2 \ ^oC/W$$

- rezistența la schimb superficial de căldură

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \ m^2 \ ^oC/W$$

b) Rezistența termică totală la transmisia căldurii este:

$$R'_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R'_o = \frac{1}{k'_o} = 0,166 + 0,142 = 0,308 \ m^2 \ ^oC/W$$

c) Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultă:

$$K'_o = \frac{1}{0,308} = 3,25 \ W/m^2 \ ^oC$$

C) Coeficientul mediu de transmisie a căldurii:

Se consideră expresia:

$$K_m = \frac{\sum_1^2 K_i \cdot A_i}{\sum_1^2 A_i}$$

$A_1 = 3,63\ m^2$

$A_2 = 1,91\ m^2$

Valoarea coeficientului mediu de transmisie a căldurii este:

$$K_m = \frac{3,63 \cdot 0,97 + 1,91 \cdot 3,25}{3,63 + 1,91} = \frac{3,5 + 6,2}{3,63+1,91} = \frac{9,7}{5,54} = 1,75\ W/m\ ^oC$$

B) Verificarea rezistenței termice corespunzător zonei a II-a climatice

Se calculează rezistența termică necesară:

$$R_{o\ nec} = \frac{(t_i - t_e)_{m.n}}{\alpha_i \cdot \Delta\tau_{i\ max}}, \text{ pentru condițiile:}$$

$t_e = -15^oC$

$t_i = 20^oC$

$\varphi_i = 60\%$

$m = 1$

$n = 1$

$\Delta\tau_i = 6^oC$

$\alpha_i = 8,12$

$R_{o\ nec} = 0,73\ m^2\ ^oC/W$

$R_{ef} = R_m = \frac{1}{K_m} = \frac{1}{1,75} = 0,37\ m^2\ ^oC/W \quad R_{o\ nec}$

In ansamblul panoului (folosind R_m), condiția de confort termic nu este satisfăcută.

Zona cea mai solicitată la diferențe mari de temperatură (zona curentă), este prevăzută cu un strat de termoizolație, iar $R_{ef} > R_{o\ nec}$.

$$R_{ef} = \frac{1}{0,97} = 1,04\ m^2\ ^oC/W > R_{o\ nec}$$

Pentru a evita producerea condensului la fața interioară a panoului, se va micșora dimensiunea "a" a punții termice, fig.354. De asemenea, în execuție se va urmări realizarea etanșeizării cît mai corecte în zona ferestrelor. Dimensiunea "a" se va reduce la a = 5 cm, d = 23 cm.

Pentru $\frac{a}{d} = \frac{5}{23} = 0,218$, rezultă $\eta = 0,35$

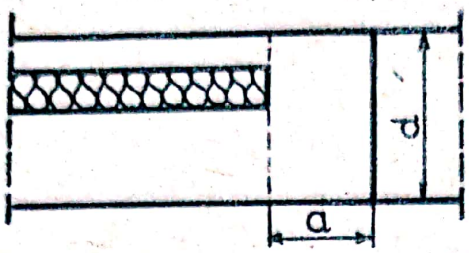


Fig.354
Caracteristicile geometrice ale punţii termice

E. <u>Temperatura minimă pe suprafaţa interioară a elementului de construcţie se calculează cu relaţia:</u>

$$\theta_{i\,min} = t_i - (t_i - t_e) \cdot R_i \cdot \frac{R'_o + \eta (R_o - R'_o)}{R_o \cdot R'_o} > \theta_r$$

în care:

- R_o, rezistenţa la transmisia căldurii în secţiunea curentă, neinfluenţată de puntea termică ($m^2\ ^oC/W$);

- R'_o, rezistenţa la transmisia căldurii în zona punţii;

- η , coeficient de corecţie în axul punţii conform datelor din anexa X (curs Higrotermica şi Acustica clădirilor), funcţie de timpul punţii şi raportul $\frac{a}{d}$, "a" şi "d", fiind dimensiunile punţii.

- θ_r, temperatura de rouă la care poate interveni condensul pe suprafaţa elementului de construcţie, în funcţie de umiditatea aerului interior şi exterior, în ^oC.

Pentru evitarea condensului trebuie asigurată respectarea inegalităţii indicată de relaţia de mai sus.

F) <u>Determinarea temperaturii de rouă</u>

Pentru $t_i = 20^oC$, presiunea de saturaţie este: E = 17,54 mmHg.

Considerăm $\varphi = 60\%$, e = 0,60. E = 10,52 mmHg, pentru care rezultă $\theta_r = 12^oC$, temperatura de rouă.

G) Verificarea la condens

Se calculează temperatura minimă în zona punţii:

$$\vartheta_{i\ min} = t_i - t_e). R_i. \frac{R_o' + \eta (R_o - R_o')}{R_o . R_o'}$$

$R_o = 1{,}04\ m^2\ ^oC/W$ $\qquad R_i = \frac{1}{\alpha_i} = 0{,}123\ m^2\ ^oC/W$

$R_o' = 0{,}308\ m^2\ ^oC/W$

$$\vartheta_{i\ min} = 20 - 35.0{,}123. \frac{0{,}308 + 0{,}35\ (1{,}04 - 0{,}308)}{0{,}308\ .\ 1{,}04}$$

Se constată inegalitatea:

$$\vartheta_{i\ min} = 12{,}5^o\ C > \vartheta_r = 12^oC$$

Pe suprafaţa interioară a panoului în zona punţilor termice, nu va apare fenomenul de condens.

Exemplul 6. Să se calculeze coeficientul de transmisie a căldurii (K_o), şi să se verifice rezistenţa termică pentru zona a II-a climatică, la un perete compus, alcătuit din zidărie de cărămidă cu găuri verticale, avînd φ = 1200 kg/m^3, strat de aer şi beton armat cu φ = 2400 kg/m^3. Peretele este tencuit pe ambele feţe, fig.355.

A) Caracteristicile termofizice ale materialelor şi permeabilitatea termică a straturilor componente.

- tencuială var-ipsos (interior): d_1 = 1 cm; λ_1 = 0,56 W/m ^oC; φ_1 = 1300 kg/m^3.

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0{,}01}{0{,}56} = 0{,}017\ m^2\ ^oC/W$$

- zidărie din cărămidă cu găuri: d_2 = 14 cm; λ_2 = 0,581 W/m ^oC; φ_2 = 1200 kg/m^3.

Scanned with OKEN Scanner

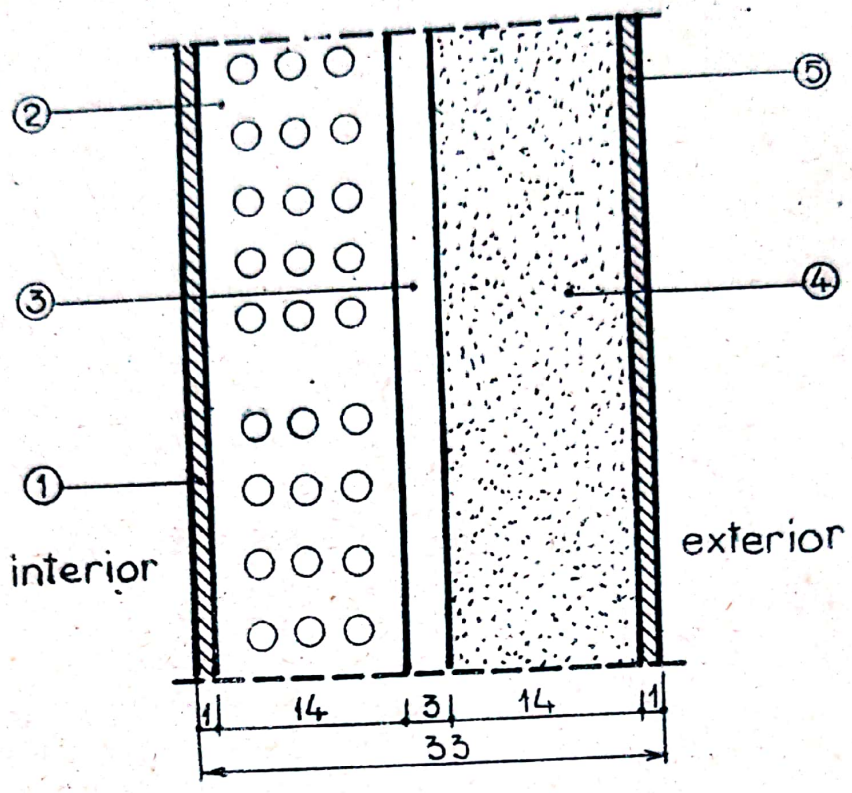


Fig.355. Calculul coeficientului de transfer la un perete compus 1. tencuială vap-ipsos: ϱ = 1300 kg/m^3
2. zidărie de cărămidă cu găuri ϱ =1200 kg/m^3
3. strat de aer
4. beton armat ϱ = 2400 kg/m^3
5. tencuială mortar ciment-var ϱ = 1800 kg/m^3

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,14}{0,581} = 0,24 \text{ m}^2\,^{\circ}\text{C/W}$$

- strat de aer: d_3 = 3 cm

R_3 = 0,166 m^2 $^{\circ}$C/W

- beton armat: d_4 = 14 cm; λ_4 = 1,62 W/m $^{\circ}$C; ϱ_4 = 2400 kg/m^3

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0,14}{1,62} = 0,08 \text{ m}^2\,^{\circ}\text{C/W}$$

- tencuială mortar ciment-var (exterior); d_3 = 1 cm; λ_5 = 0,93 W/m $^{\circ}$C

$\varphi_5 = 1800 \text{ kg/m}^3$

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_5} = \frac{0,01}{0,93} = 0,0104 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- rezistenţele la schimb superficial de căldură:

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

B) Rezistenţa termică totală la transmisia căldurii este:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^K \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{K_o} = 0,017 + 0,24 + 0,166 + 0,08 + 0,0104 + 0,166 =$$

$= 0,679 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$

C) Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultă:

$$K_o = \frac{1}{0,679} = 1,48 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

D) Verificarea rezistenţei termice, corespunzătoare zonei a II-a climatice

Se calculează rezistenţa termică necesară pentru clădiri de locuit:

$$R_{o\ nec} = \frac{(t_i - t_e)\, n.m}{\alpha_i \cdot \Delta\theta_{i\ max}}$$

$t_e = -15°C$

$\alpha_i = 8,12 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$

$m = 1,05$ (masivitate mijlocie).

$n = 1$

$t_1 = 20°C$ ($\varphi_i = 60\%$)

$\Delta\theta_{i\ max} = 6°C$

$R_{o\ nec} = 0,75 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$

Se constată inegalitatea:

$R_{ef} = 0,679 < R_{o\ nec} = 0,75$

Pentru asigurarea confortului termic, se prevede un strat de pîslă minerală, între stratul de aer şi stratul de beton armat, rol de termoizolaţie. Stratul de pîslă minerală va fi

fixat de stratul de beton armat cu ajutorul unui grătar de sîrmă.

Se consideră pîslă minerală cu $\lambda = 0,08$ W/m °C.

"x" grosimea termoizolației rezultă din condiția:

$$R_{ef} = 0,017 + 0,24 + 0,16 + \frac{x}{0,08} + 0,08 + 0,01 + 0,166$$

$$= \frac{x}{0,08} + 0,67 = 0,75$$

de unde: $x = 1$ cm

Rezistența termică efectivă va fi:

$R_{ef} = 0,017 + 0,24 + 0,16 + 0,125 + 0,08 + 0,01 + 0,166 = 0,798$ m^2 °C/W.

Inegalitatea de dimensionare termică este satisfăcută:

$$R_{ef} = 0,798 > R_{o\ nec} = 0,75$$

E) Verificarea masivității:

Se calculează caracteristica de inerție termică:

$D = \sum_{1}^{K} R_k$. $R_k = 0,017.7 + 0,24.7,02 + 0,16.0,27 + 0,08.$ $15,31 + 0,0104.10,03 + 0,125.0,99 = 3,24$, pentru care $m = 1,05$, deci dimensionarea termică este corectă.

Exemplul 7. Să se calculeze coeficientul mediu de transmisie a căldurii (K_m) și să se verifice rezistența termică pentru zona II-a climatică la un perete din zidărie de cărămidă, cu găuri prevăzut cu schelet metalic I_{26}. Peretele este tencuit la fața interioară, fig.356.

A) Coeficientul (K_o) într-o secțiune curentă.

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor.

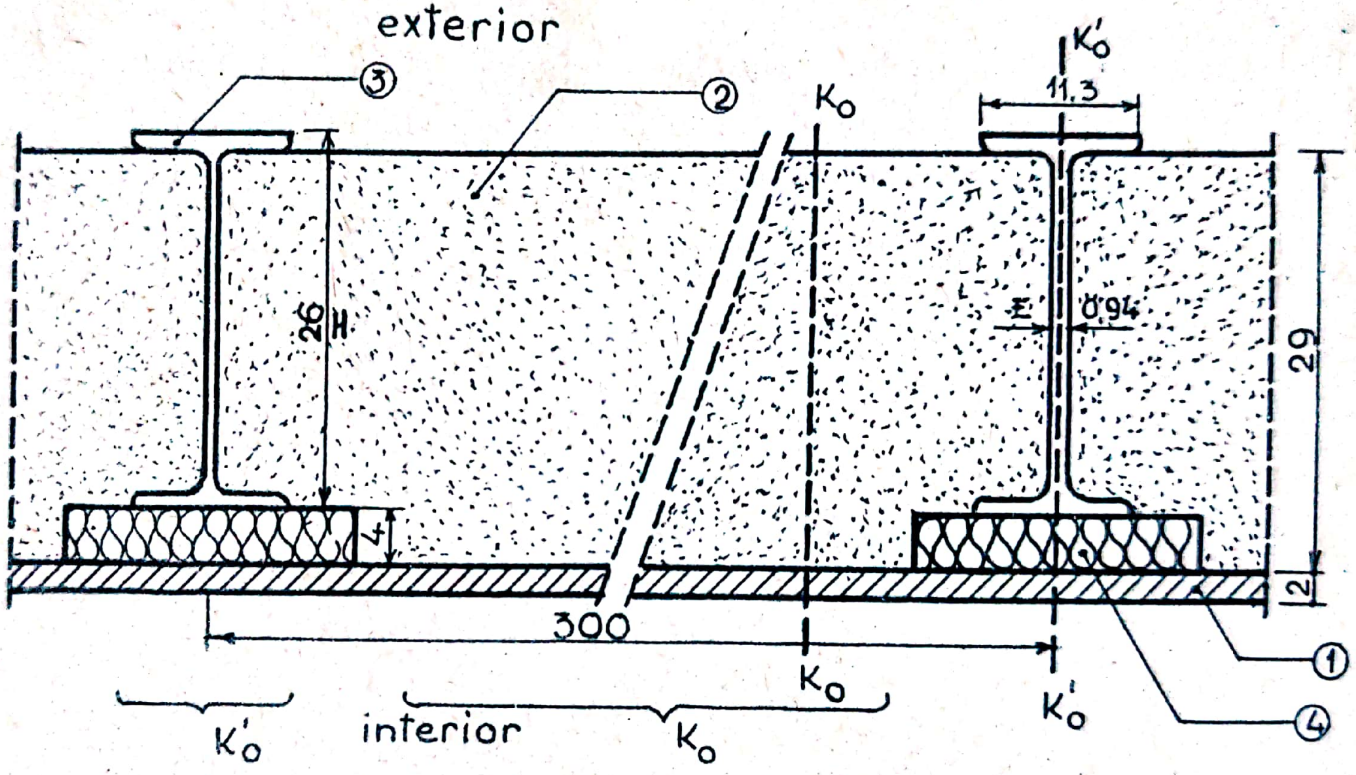


Fig.356. Calculul coeficientului de transfer la un perete prevăzut cu osatură metalică
1. tencuială var-ipsos ρ = 1300 kg/m^3; 2. zidărie de cărămidă cu găuri;
3. profil laminat I_{25} (osatura); 4. pîslă minerală ρ = 250 kg/m^3

Scanned with OKEN Scanner

- tencuială var-ipsos: $\rho_1 = 1300$ kg/m^3; $d_1 = 2$ cm; $\lambda_1 = 0,56$ W/ m°C.

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,56} = 0,035 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- zidărie de cărămidă cu găuri $d_2 = 29$ cm; $\lambda_2 = 0,58$ W/m°C

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,29}{0,58} = 0,5 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

- rezistența la schimb superficial de căldură.

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

b) Rezistența termică totală la transmisia căldurii este:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^k \frac{d_k}{k} + \frac{1}{\alpha_e}$$

$$R_o = \frac{1}{K_o} = 0,035 + 0,5 + 0,166 = 0,7 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

c) Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii rezultă:

$$K_o = \frac{1}{0,7} = 1,43 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

B) Coeficientul (K'_o) în dreptul scheletului metalic

a) Caracteristicile termofizice ale materialelor și permeabilitatea termică a straturilor.

- $\lambda_m = 58$ W/m °C pentru I_{26}

- rezistența la schimb superficial de căldură este:

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e} = 0,166 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$$

b) Rezistența termică totală la transmisia căldurii este:

$$R'_o = \frac{1}{K'_o} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_e}\right) \cdot \frac{1}{1+\frac{E}{L}} + \frac{H}{\lambda_m} \cdot \left(\frac{L}{E} - \frac{L}{H}\right)$$

$$R'_o = \frac{0,166}{1+\frac{0,0094}{0,113}} + \frac{0,26}{58}\left(\frac{0,113}{0,0094} - \frac{0,113}{0,26}\right) = 0,154 + 0,02 = 0,174 \ m^2 {}^oC/W$$

Considerînd şi permeabilitatea termică la transmisia căldurii a stratului de tencuială, $R_1 = 0,035 \ m^2 \ {}^oC/W$, se obţine:

$$R'_o = 0,174 + 0,035 = 0,209 \ m^2 \ {}^oC/W$$

c) <u>Valoarea coeficientului total de transmisie a căldurii este</u>:

$$K'_o = \frac{1}{0,209} = 5 \ W/m^2 \ {}^oC$$

Coeficientul mediu de transmisie a căldurii va fi:

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^{2} K_i \cdot A_i}{A_i}$$

$$K_m = \frac{1.43(3-0,113) + 5.0,113}{3} = \frac{4,1 + 0,56}{3} = 1,55 \ W/m^2 \ {}^oC$$

<u>Verificarea rezistenţei termice corespunzător zonei a II-a climatică</u>

Se calculează rezistenţa termică necesară:

$$R_{o\ nec} = \frac{(t_i - t_e)\ m.n}{\alpha_i \cdot \Delta\theta_{i\ max}}$$

pentru condiţiile de locuinţe considerînd: $t_e = -15^oC$

$t_i = 20^oC$

$\varphi_i = 60\%$

$m = 0,95$

$n = 1$

$\alpha_i = 8,12$

$\Delta\theta_i = 6^oC$

$$R_{o\ nec} = 0,68 \ m^2 \ {}^oC/W$$

$$R_{ef} = R_m = \frac{1}{K_m} = \frac{1}{1,55} = 0,64 \ m^2 \ {}^oC/W$$

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece $R_{ef} = 0,64 < R_{o\ nec} = 0,68$, confortul termic nu este realizat.

Se va considera un strat de pîslă minerală ce se dispune spre interior, în dreptul punţii termice.

$$R_{ef} = 0,209 + \frac{x}{0,08} = R_{o\ nec} = 0,68$$

De unde rezultă "x" grosimea termoizolaţiei

$$x = (0,68 - 0,209).0,08 = 0,0384 \text{ m}$$

Se adoptă, x = 4 cm, grosimea stratului de pîslă minerală

$$R'_{o_c} = 0,209 + 0,5 = 0,709 \text{ m}^2\ ^oC/W$$

$$K'_{o_c} = \frac{1}{0,709} = 1,42 \text{ W/m}^2\ ^oC$$

Expresia coeficientului mediu de transmisie a căldurii va fi:

$$K'_m = \frac{1,43(3-0,113) + 1,42.0,113}{3} = \frac{4,1+0,16}{3} = 1,41 \text{ W/m}^{2o}C$$

Rezistenţa termică efectivă, în condiţiile eliminării punţii termice este:

$$R'_{ef} = R'_m = \frac{1}{K'_m} = \frac{1}{1,41} = 0,708 \text{ m}^2\ ^oC/W$$

$$R'_{oef} = 0,708 > R_{o\ nec} = 0,68 \text{ m}^2\ ^oC/W$$

D) Calculul temperaturii de rouă (θ_r)

Pentru $t_i = 20^oC$, E = 17,54 mmHg

Considerînd $\varphi_i = 60\%$, rezultă e = 0,60.E = 10,52 mmHg, ce reprezintă presiunea de saturaţie pentru $t_i = 12^oC$.

Deci: $\theta_r = 12^oC$ (temperatura de rouă).

E) Temperatura minimă pe suprafaţa interioară a elementului de construcţie se poate calcula cu relaţia:

$$\tau_{i\,min} = t_i - (t_i - t_e).R_i, \frac{R'_{o_c} + \eta(R_o - R'_{o_c})}{R_o \cdot R_{o_c}} > \tau_r$$

conform STAS 6472/1968 în care:

- R_o, rezistența la transmisia căldurii în secțiunea curentă, neinfluențată de puntea termică ($m^2\ ^oC/W$);
- R'_{o_c}, rezistența corectată la transmisia căldurii, în zona punții ($m^2\ ^oC/W$);
- η, coeficient de corecție în axul punții, conform datelor din anexa I (curs Higrotermica și Acustica clădirilor), funcție de tipul punții și raportul $\frac{a}{d}$, "a", fiind lățimea punții și "d" grosimea elementului de construcție.
- τ_r, temperatura de rouă la care poate interveni condensul pe suprafața elementului de construcție, în funcție de umiditatea și temperatura aerului interior, în ^oC.

Pentru evitarea condensului trebuie asigurată respectarea inegalității indicată de relația de mai sus.

Pentru $\frac{a}{d} = \frac{9,4}{260} = 0,036$, rezultă $\eta = 0,18$

Se consideră:

$$R_o = 0,7 \quad m^2\ ^oC/W$$

$$R'_{o_c} = 0,708\ m^2\ ^oC/W$$

Temperatura $\tau_{i\,min}$ pe suprafața interioară a peretelui este:

$$\tau_{i_{min}} = 20 - 35.0,123 \cdot \frac{0,708 + 0,18(0,7 - 0,708)}{0,708.07} = 20 - 6,0 = 14,0^o$$

Se constată inegalitatea:

$$\tau_{i_{min}} = 14,0^oC > \tau_r = 12^oC$$

Pe suprafața interioară a punții nu apare fenomenul de condens.

Exemplul 8. Să se determine amplitudinea oscilației temperaturii pe suprafața interioară a peretelui din panouri mari de beton armat, în trei straturi (fig.357) la o clădire de locuit situată la latitudinea de 45°.

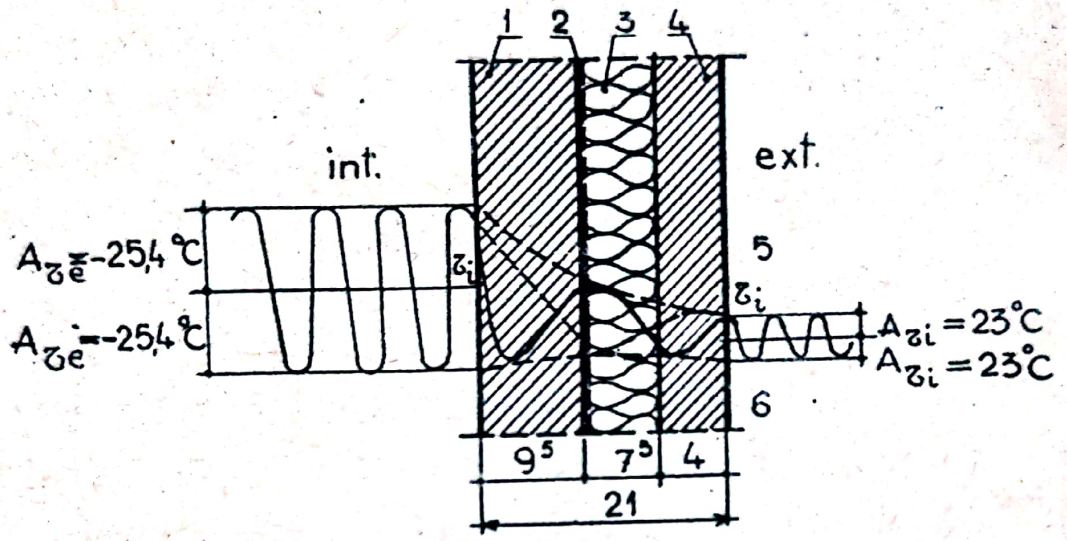


Fig.357. Calculul amplitudinii oscilației termice pe suprafața interioară a peretelui 1 - strat portant din beton armat; 2 - carton asfaltat; 3 - termoizolație; 4 -strat de beton de protecție

Luînd în considerare fluxul maxim și mediu la suprafețe verticale, orientate spre est și vest din anexa XXIV, cursul de Higrotermica și Acustica clădirilor, rezultă:

$Q_{max} - Q_{med} = 575-130 = 445$ Kcal/m^{2}h = 516 W/m^2; z=7 și 17 h

Pentru suprafețe din beton, din anexa XXV, se obține r = 0,65%.

Considerînd α_e = 10 Kcal/m^2 h°C (fără vînt), conform expresie

$$A_{e\ con} = (A_e + A_{ech})\ \psi = (A_e + r\ \frac{I_{max} - L}{\alpha_e})\ \psi$$

Se obține:

$$A_{ech} = \frac{0,65.445}{10} = 28,9 \text{ grade}$$

Amplitudinea oscilației temperaturii aerului exterior, pentru orașul Ploiești, de exemplu, corespunzător latitudinii de 45° este:

$$A_t = 2\,(27,7 - 21,8) = 2.5,9 = 11,8 \text{ grade}$$

Deoarece

$$\frac{A_{ech}}{A_e} = \frac{28,9}{11,9} = 2.4; A_{e\ conv} = (28,9 + 11,8)0,99 = 40,3°$$

Caracteristicile termice ale straturilor peretelui (fig. 357) sînt:

$R_1 = \frac{0,095}{1,40} = 0,079$ $m^2h°C/Kcal$; $S_1 = 11,7$ Kcal/$m^2h°C$; $D_1 = 0,079 \times 11,7 = 0,9$

$R_2 = \frac{0,002}{0,15} = 9,013$ $m^2h°C/Kcal$; $S_2 = 2,85$ Kcal/$m^2h°C$; $D_2 = 0,013 \times 2,85 = 0,0$

$R_3 = \frac{0,075}{0,075} = 1,0$ $m^2h°C/Kcal$; $S_3 = 1,15$ Kcal/$m^2h°C$; $D_3 = 1,0 \times 1,15 = 1,15$

$R_4 = \frac{0,040}{1,40} = 0,028$ $m^2h°C/Kcal$; $S_4 = 13,20$ Kcal/$m^2h°C$ $= 0,028 \times 13,20 = 0,$

$$\sum D_k = \sum R_k . S_k = 2,4$$

Neglijînd coeficientul de oscilare termică al stratului de carton asfaltat, se poate scrie:

$$S_1 = S_i = \frac{0,079 \times 11,7^2 + 7}{1 + 0,079 \times 7} = 11,4 \text{ Kcal/m}^2\text{h°C}$$

$$S_2 = \frac{1,00 \times 1,15^2 + 11,4}{1 + 1,0 \times 13,20} = 1,02 \text{ Kcal/m}^2\text{h°C}$$

$$S_3 = S_e = \frac{0,028 \times 13,20 + 1,02}{1 + 0,028 \times 1,02} = 5,7 \text{ Kcal/m}^2\text{h°C}$$

Coeficientul de amortizare a temperaturii în perete se calculează cu relația

$$\nu = 0,9 \frac{2,48}{e\sqrt{2}} \frac{(11,7+7)(2,85+11,4)(13,20+1,02)(10,00+5,7)}{(11,7+11,4)(2,85+1,02)(13,20+5,7)\ 10} =$$

$$= 0,9.5,77.0,80.\ 3,68.\ 0,74\ .\ 1,57 = 17,65 > 15.$$

Amplitudinea oscilației temperaturii suprafeței interioare este:

$$A\,\vartheta_i = \frac{40,3}{17,65} = \pm 2,3 \text{ grade}$$

Amplitudinea oscilației temperaturii pe suprafața exterioară este

$$A\,\vartheta_e = \frac{35}{1,57} = 25,4 \text{ grade}$$

Temperatura maximă pe suprafața exterioară rezultă:

$$\vartheta_e = 25,4 + 21,8 = 47,2^{\circ}C$$

Măsurători efective realizate în condițiile climatice din Iași, la aceste structuri de pereți au prezentat valori peste 50°C.

Defazarea oscilației temperaturii pe suprafața interioară a peretelui este:

$$\eta = \frac{1}{15}\left[40,5.2,48 - \text{arc tg}\frac{7}{7+11,4\sqrt{2}} + \text{arc tg}\frac{5,7}{5,7+10\sqrt{2}}\right] = 6,5 \text{ h}$$

Temperatura maximă a elementului de construcție se obține la ora 15 + 6,5 = 21,5 .

Exemplul 9. <u>Să se studieze comportarea la umiditate a pereților din panouri mari de beton armat în trei straturi fig. 358, în regim staționar, pentru condițiile de iarnă din zona a II-a climatică</u>

Structura panoului prezentată în fig.358 este alcătuită din:

- Strat exterior de beton armat de 5 cm grosime cu $\varphi = 2400$ kgf/m^3, $\lambda = 1,62$ W/m°C;
- Strat intermediar din plăci de vată minerală de 7,5 cm grosime cu $\varphi = 350$ kgf/m^3, $\lambda = 0,087$ W/m°C;
- Strat de carton asfaltat de 0,1 cm grosime cu $\varphi = 1200$

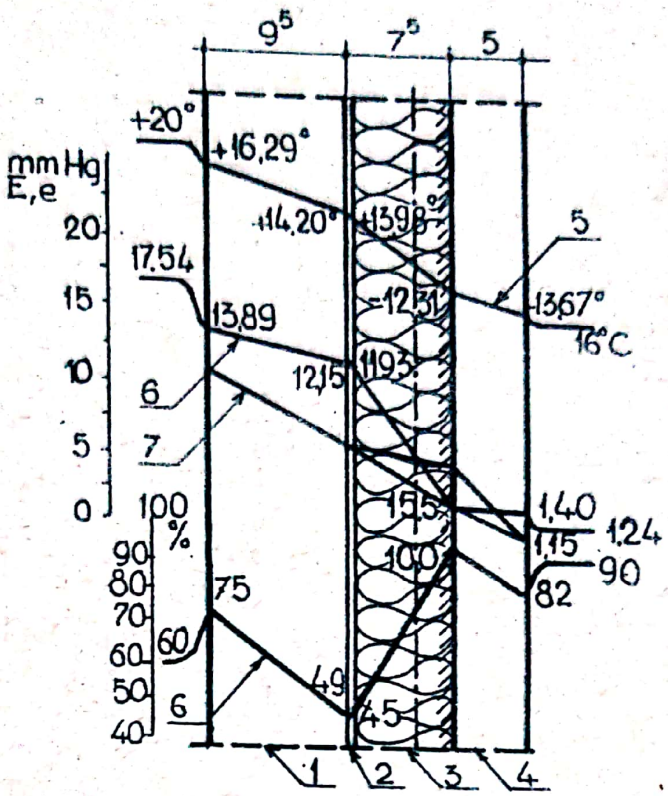


Fig.358. Determinarea condensului şi umezirii unui perete din panouri mari: 1-beton; 2-carton asfaltat; 3-vată minerală; 4-beton armat; 5-curba temperaturilor (t); 6-curba elasticităţii maxime (E); 7-curba elasticităţii parţiale (e); 8-curba umidităţii relative (φ)

kgf/m^3, λ = 0,17 W/m°C;

- Strat interior din beton de 9,5 cm grosime ρ = 2200 kgf/m^3, λ = 1,39 W/m°C.

Condiţiile climatice interioare şi exterioare sînt:

$t_i = 20°C$, $\varphi_i = 60\%$;

$e_i = 10,52$ mm Hg;

$t_i = -15°C$; $\varphi_e = 90\%$;

$e_e = 1,12$ mm Hg.

Calculul este prezentat în tabelul nr.34. Pe baza rezistenţei la permeabilitate termică a fiecărui strat se calculea-

Calculul umidităţii la pereţi din panouri mari, în timp de iarnă. Tabelul nr.34

Nr. crt	Stratul de material	Grosimea m	Conductivitatea termică λ W/m°C	Rezistenţa la permeabilitatea termică R_n m^2 °C/W	Diferenţa de temperatură Δt_i °C	Temperatura t_i	Elasticitatea maximă la vapori de apă E_n m.n.col Hg	Coeficientul de permeabilitate la vaperi de apă δ g/m.h mm Hg	Rezistenţa la permeabilitate la vapori de apă R_{v_n} m^2h. mmHg/g	Diferenţa elastică de vapori de apă Δe_n mmHg	Elasticitatea vaporilor de apă e_n mmHg	Umiditatea relativă φ %	Umiditatea după izoterma de absorbţie w_{gn} %
1.	Aer int.	-	-	-	-	+20,0	17,54	-	-	-	10,52	60	
2.	Supraf. inter.	-	-	0,12	3,7	+16,29	13,89	-	0,2	0,06	10,46	75	
3.	Beton greu	0,095	1,39	0,068	2,09	+14,20	12,15	0,006	15,5	4,47	5,99	49	
4.	Carton asfalt.	0,001	0,17	0,018	0,27	+13,93	11,93	-	3,0	0,86	5,13	43	0,26
5.	Plăci semirigide de vată	0,075	0,087	0,80	26,54	-12,61	1,55	0,055	1,3	0,38	4,75	100	1,90
6.	Beton greu armat	0,05	1,62	0,03	1,06	-13,67	1,40	0,004	12,5	3,60	1,15	82	
7.	Supraf. ext.	-	-	0,04	1,33	-15,0	1,24	-	0,1	0,03	-	90	-
8.	Aer ext.	-	-	-	-	-15,0	1,24	-	-	-	1,12	90	-

R_o = 1,130 t = 35 R_{v_o} = 32,6 e = 9,40

Debitul specific de vapori ce intră pe suprafaţa din stînga zonei de condens, este:

$$P_I = \frac{5,13 - 1,55}{0,075} = 2,75 \text{ g/m}^2 \text{ h}$$

Debitul specific de vapori ce iese din suprafaţa din dreapta zonei de condens rezultă:

$$P_{II} = \frac{1,55 - 1,15}{\frac{0,005}{0,004}} = 0,03 \text{ g/m}^3 \text{ h}$$

Debitul unitar de vapori de apă care se condensează va fi:

$$P_a = 2,75 - 0,03 = 2,72 \text{ g/m}^2 \text{ h}$$

Umiditatea de absorbţie a vatei minerale, raportată în % la greutate, la umiditatea relativă a aerului de 100% este 1,9%. La greutatea vatei minerale de 350 x 0,075 = 26,25 kg/m^2, pentru a se obţine umiditatea de absorbţie este necesar a se considera cantitatea de vapori de apă.

$$\frac{26,25 \times 1,9}{100} = 0,490 \text{ kg}$$

Numărul de zile după care se obţine umiditatea de sorbţie în vata minerală este:

$$Z = \frac{490}{2,72 \cdot 24} = 8 \text{ zile}$$

Valoarea reală a conductibilităţii termice a materialului în aceste condiţii devine:

$$\lambda_\omega = \lambda_o + \lambda_o \cdot \frac{\eta \cdot \omega_g}{100} = 0,087 + 0,087 \cdot \frac{2,9,1,9}{100} = 0,090 \text{ W/m } ^oC$$

C. CAPACITATEA DE IZOLARE ACUSTICA LA ZGOMOTUL AERIAN x)

Exemplul 1. Să se verifice capacitatea de izolare acustică la zgomotul aerian, a peretelui exterior din zidărie de cărămidă plină de 37,5 cm grosime, la construcţii social-culturale

a) Stabilirea gradului necesar de izolare fonică, la ZGOMOTUL AERIAN SE FACE CU RELATIA:

$$D_{nec} = L_t - L_{ad}$$

în care:

- L_t, nivelul teoretic al intensităţii zgomotului exterior, în foni.

- L_{ad}, nivelul admisibil al intensităţii zgomotului din aer, în încăpere, funcţie de destinaţia ei, în foni.

Din tabelul 16 (curs Higrotermica şi Acustica clădirilor) rezultă pentru:

1) Birouri şi încăperi cu caracter administrativ:

L_t = 80 foni; L_{ad} = 40 foni; D_{nec} = 80-40 = 40 foni

2) Săli de spectacol ale teatrelor şi cinematografelor:

L_t = 95 foni; L_{ad} = 45 foni; D_{nec} = 95-45 = 50 foni.

Gradul de izolare fonică necesar, la zgomotul aerian, la construcţii social-culturale este cuprins între 40...50 foni:

$$D_{nec} = 40...50 \text{ foni}$$

b) Calculul indicelui efectiv global de izolare acustică

Indicele efectiv de izolare acustică a peretelui este funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie şi se poate estima cu relaţia:

---

x) Aplicaţiile au fost efectuate cu concursul asist.ing. Ungureanu Mihai

$$D_{ef} = 20 \log q$$

Pentru peretele din zidărie de cărămidă de 37,5 cm grosime avînd greutatea $q = 675$ kg/m^2, indicele efectiv global de izolare fonică prezintă valoarea:

$$D_{ef} = 20 \log 675 = 20 \times 2.82930 = 56,58 \text{ dB}$$

c) Verificarea condiției privind izolarea acustică a peretelui exterior

Se constată inegalitatea:

$$D_{ef} = 56,58 \text{ dB} > D_{nec} = 50 \text{ foni}$$

d) Verificarea indicelui de izolare acustică în benzile de frecvență 100...3200 Hz

Indicele de izolare acustică, funcție de frecvență, se calculează cu expresia:

$$D_{ef} = 18 \log q + 12 \log f - 25$$

în care:

- f, frecvența în benzi de o octavă, exprimată în Hz.

Valorile D_{ef} pentru frecvențele 100...3200 Hz sînt:

$f_1 = 100$ Hz	$f_4 = 800$ Hz
$D_1 = 49,76$ dB	$D_4 = 60,76$ dB
$f_2 = 200$ Hz	$f_5 = 1600$ Hz
$D_2 = 53,26$ dB	$D_5 = 64,26$ dB
$f_3 = 400$ Hz	$f_6 = 3200$ Hz
$D_3 = 56,96$ dB	$D_6 = 67,76$ dB

Comparînd valorile efective $D_1 \ldots D_6$, cu valorile admisibile prezentate grafic, fig.359 (curs Higrotermica și Acustica clădirilor), fig.360, funcție de frecvență, se observă că valorile calculate se situează pentru tot domeniul de frecvențe, deasupra curbei de valori limită privind gradul de izolare necesar, în zona rezultatelor favorabile.

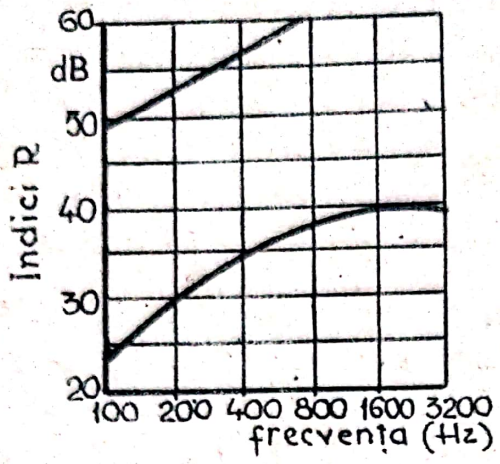


Fig.359

Verificarea indicelui de izolare acustică la un perete exterior

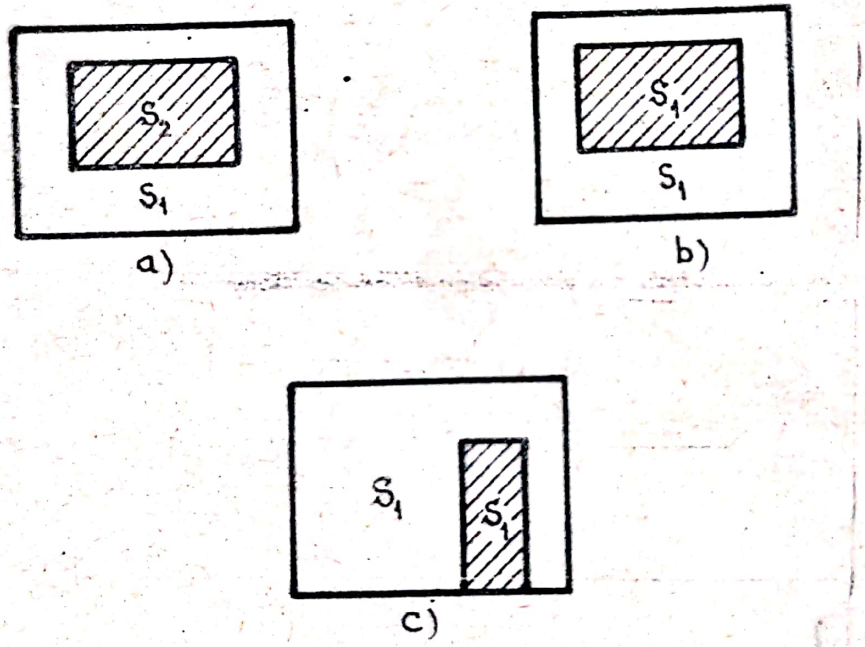


Fig.360. Influența tîmplăriei asupra gradului de izolare a pereților

a) S_1 = 12 m^2, S_2 = 3,45 m^2

b) S_1 = 10,8 m^2, S_2 = 3,45 m^2

c) S_1 = 12 m^2, S_2 = 1,90 m^2

e) Influenţa ferestrei asupra gradului de izolare a peretelui exterior

Indicele de atenuare acustică a unui perete, prevăzut cu ferastră sau uşă, se calculează cu expresia:

$$R_t = R_1 - 10 \log \frac{\frac{S_1}{S_2} + 10^{\frac{R_1 - R_2}{10}}}{1 + \frac{S_1}{S_2}}$$

în care:

- R_t, indicele total de atenuare acustică a peretelui combinat, în dB;
- R_1, indicele de atenuare acustică a peretelui fără tîmplărie, în dB;
- R_2, indicele de atenuare a ferestrei, în dB;
- S_1, suprafaţa peretelui, fără tîmplărie, în m^2;
- S_2, suprafaţa ferestrelor din perete, în m^2.

Practic se poate folosi relaţia simplificată:

$$R_t = R_2 + 10 \log \frac{S_1}{S_2}$$

în care:

- R_2, indicele de atenuare acustică a tîmplăriei, care conform STAS 6156/1968 prezintă valoarea $R_2 = 35$ dB.

Se consideră, fig.360,. $S_1 = 12\ m^2$, $S_2 = 3,45\ m^2$

Se obţine:

$$R_t = 35 + 10 \log 3,5 = 35 + 5,4 = 40,4 \text{ dB}$$

Conform STAS 6156/1968, valoarea indicelui global de atenuare acustică a peretelui, pentru clădiri social-culturale, este $R_{ad} = 40$ dB (Tabel 16, curs Higrotermica şi Acustica clădirilor).

Se constată verificarea egalității:

$$R_{ţ} = 40,4 \text{ dB} \cong R_{ad} = 40 \text{ dB}$$

f) Influența absorbției acustice din încăpere

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică, trebuie să se ia în considerare și absorbția sonoră din încăpere.

In acest caz, gradul efectiv de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S}$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică corectat, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică, fără influența absorbției, în dB;
- A, absorbția acustică totală a încăperii, în m^2;
- S, suprafața elementului de construcție pentru care se determină gradul de izolare fonică, în m^2.

Valorile indicilor de izolare fonică, se consideră valori medii pentru frecvențe de 500 Hz, care este media geometrică a frecvențelor de 50 Hz și 5000 Hz.

Pereți: $S = 48 \text{ m}^2$; $\alpha = 0,02$ (tencuială netedă)

Tavan: $S = 16 \text{ m}^2$; $\alpha = 0,02$

Pardoseală parchet: $S = 16 \text{ m}^2$; $\alpha = 0,07$

$$A = \sum \alpha_i \cdot S_i$$

$$A = 0,02 \times 48 + 0,02 \times 16 + 0,07 \times 16 = 2,30 \text{ m}^2$$

Pentru $D_{ef} = 56,58$ dB, se obține:

$$D'_{ef} = 56,58 + 10 \log \frac{2,30}{12} = 56,58 + 10 \log 0,196 = 56,58 - 7,1 =$$

$$= 49,48 \text{ dB} \qquad D'_{ef} = 49,48 \text{ dB}$$

Exemplul 2. Să se verifice capacitatea de izolare acustică la zgomotul aerian, a peretelui exterior la o clădire de locuit, din panouri mari.

a) Stabilirea gradului necesar de izolare fonică la zgomotul aerian se face cu relaţia:

$$D_{nec} = L_t - L_{ad}$$

în care:

- L_t, nivelul teoretic al intensităţii zgomotului exterior, în foni;
- L_{ad}, nivelul admisibil al intensităţii zgomotului din aer, în încăpere, funcţie de destinaţia ei, în foni.

Din tabelul 16 (curs Higrotermica şi Acustica clădirilor) rezultă pentru camerile de locuit într-un apartament:

$$L_t = 75 \text{ foni}; \quad L_{ad} = 35 \text{ foni}$$

Gradul de izolare fonică necesar rezultă:

$$D_{nec} = 75 - 35 = 40 \text{ foni.}$$

b) Calculul indicelui efectiv global de izolare acustică

Indicele efectiv de izolare acustică a peretelui este funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie şi se poate estima cu relaţia:

$$D_{ef} = 20 \log q$$

Pentru un panou mare din beton armat de 21 cm grosime, având greutatea pe m^2 $q = 550 \text{ kg/m}^2$, indicele efectiv global de izolare fonică prezintă valoarea:

$$D_{ef} = 20 \log 550 = 20 \times 2{,}74036 = 54{,}8 \text{ dB}$$

c) Verificarea condiţiei privind izolarea acustică a peretelui exterior

Se constată inegalitatea:

$$D_{ef} = 54{,}8 \text{ dB} > D_{nec} = 40 \text{ foni}$$

Scanned with OKEN Scanner

d) Verificarea indicelui de izolare acustică în benzi de frecvenţă de 100...3200 Hz

Indicele de izolare acustică, funcţie de frecvenţă, se calculează cu expresia:

$$D_{ef} = 18 \log q + 12 \log f - 25$$

în care:

- f, frecvenţa în benzi de o octavă, exprimată în Hz.

Valorile D_{ef} pentru frecvenţele de 100...3200 Hz sînt:

f_1 = 100 Hz	f_4 = 800 Hz
D_1 = 48,4 dB	D_4 = 59,4 dB
f_2 = 200 Hz	f_5 = 1600 Hz
D_2 = 52,9 dB	D_5 = 62,9 dB
f_3 = 400 Hz	f_6 = 3200 Hz
D_3 = 55,7 dB	D_6 = 66,4 dB

Comparînd valorile efective $D_1 \ldots D_6$, cu valorile admisibile prezentate grafic în fig.361 (curs Higrotermica şi Acustica cl dirilor) funcţie de frecvenţă, se observă că valorile calculate se situează pentru tot domeniul de frecvenţe, deasupra

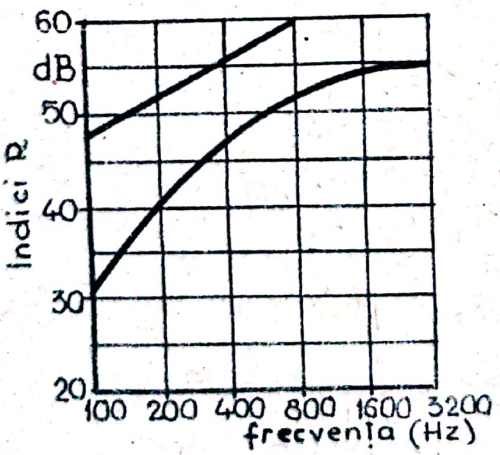


Fig.361

Verificarea indicelui de izolare acustică la un perete exterior

curbei de valori limită privind gradul de izolare necesar.

e) Influenţa ferestrei asupra gradului de izolare a peretelui exterior

Indicele de atenuare acustică a unui panou mare prevăzut cu fereastră sau uşă se calculează cu expresia:

$$R_t = R_1 - 10 \log \frac{\frac{S_1}{S_2} + 10^{\frac{R_1 - R_2}{10}}}{1 + \frac{S_1}{S_2}}$$

în care:

- R_t, indicele total de atenuare acustică a peretelui combinat, în dB;
- R_1, indicele de atenuare acustică a peretelui fă tîmplărie, în dB;
- R_2, indicele de atenuare a ferestrei, în dB;
- S_1, suprafaţa peretelui, fără tîmplărie, în m^2;
- S_2, suprafaţa ferestrelor din panou, în m^2.

Practic se poate folosi relaţia simplificată:

$$R_t = R_2 + 10 \log \frac{S_1}{S_2}$$

în care:

- R_2, indicele de atenuare acustică a tîmplăriei, conform STAS 6156/1968 prezintă valoarea $R_2 = 35$ dB.

Se consideră, $S_1 = 10,8\ m^2$; $S_2 = 3,45\ m^2$

Se obţine:

$$R_t = 35 + 10 \log \frac{10,8}{3,45} = 35 + 4,9 = 39,9 \text{ dB}.$$

Conform STAS 6156/1968, valoarea indicelui global de

atenuare acustică a peretelui din panouri mari, la clădiri de locuit, este:

R_{ad} = 40 dB (Tabel 16, curs Higrotermica și Acustica clădirilor).

Se constată verificarea egalității:

$$R_t = 39,9 \text{ dB} \cong R_{ad} = 40 \text{ dB}$$

f) <u>Influența absorbției acustice din încăpere</u>

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică, trebuie să se ia în considerare și absorbția sonoră din încăpere.

In acest caz gradul de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S}$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică corectat, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică, fără influența absorbției, în m^2;
- A, absorbția acustică totală a încăperii, în m^2;
- S, suprafața elementului de construcție pentru care se determină gradul de izolare fonică, în m^2.

Valorile indicilor de izolare fonică, se consideră valori medii pentru frecvența de 500 Hz, care este media geometrică a frecvențelor de 50 Hz și 5000 Hz. Pentru calculul absorbției se iau: Pereți : $S = 43,2 \text{ m}^2$; $\alpha = 0,02$ (tencuială netedă)

Tavan : $S = 12,96 \text{ m}^2$; $\alpha = 0,02$

Pardoseală: $S = 12,96 \text{ m}^2$; $\alpha = 0,07$ (parchet)

$$A = \sum \alpha_i \cdot S_i$$

$$A = 0,02 \times 43,2 + 0,02 \times 12,96 + 0,07 \times 12,96 = 2,03 \text{ m}^2$$

Pentru $D_{ef} = 54,8$ dB, se obține:

$$D'_{ef} = 54,8 + 10 \log \frac{2,03}{12} = 54,8 + 10 \log 0,166 = 54,8 - 7,8 = 47 \text{ dB}$$

$$D'_{ef} = 47 \text{ dB}$$

Exemplul 3. Să se verifice capacitatea de izolare acustică la zgomotul aerian, a peretelui despărţitor între două camere ale unui apartament, din zidărie de cărămidă plină de 12,5 cm grosime

a) Stabilirea gradului necesar de izolare fonică, a peretelui despărţitor

Gradul de izolare fonică necesar pereţilor despărţitori, în cuprinsul aceleaşi unităţi de folosinţă, este conform ST 3 6156/1968:

$$D_{nec} = 30 \text{ dB}$$

b) Calculul indicelui efectiv global de izolare acustică.

Indicele efectiv de izolare acustică a peretelui este funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie şi se poate estima cu relaţia:

$$D_{ef} = 20 \log q$$

Pentru peretele din zidărie de cărămidă de 12,5 cm grosime, avînd greutatea $q = 225 \text{ kg/m}^2$, indicele efectiv global de izolare fonică prezintă valoarea:

$$D_{ef} = 20 \log 225 = 20 \times 2,35218 = 47 \text{ dB}$$

c) Verificarea condiţiei privind izolarea acustică a peretelui despărţitor

Se constată inegalitatea:

$$D_{ef} = 47 \text{ dB} > D_{nec} = 30 \text{ dB}$$

d) Verificarea indicelui de izolare acustică în benzi de frecvenţă de 100 Hz.... 3200 Hz

Indicele de izolare acustică, funcţie de frecvenţă, se calculează cu relaţia:

$$D_{ef} = 18 \log q + 12 \log f - 25$$

în care:

- f, frecvenţa în benzi de o octavă, exprimată în Hz.

Valorile D_{ef} pentru frecvenţele de 100...3200 Hz, sînt:

f_1 = 100 Hz	f_4 = 800 Hz
D_1 = 41,4 dB	D_4 = 52,4 dB
f_2 = 200 Hz	f_5 = 1600 Hz
D_2 = 45 dB	D_5 = 55,9 dB
f_3 = 400 Hz	f_5 = 3200 Hz
D_3 = 48 dB	D_6 = 59,4 dB

Comparînd valorile efective D_1...D_6, cu valorile admisibile prezentate grafic în fig.166 (curs Higrotermica şi Acustica clădirilor) funcţie de frecvenţă, se observă că valorile calculate se situează pentru tot domeniul de frecvenţă, deasupra curbei de valori limită privind gradul de izolare necesar fig. 362.

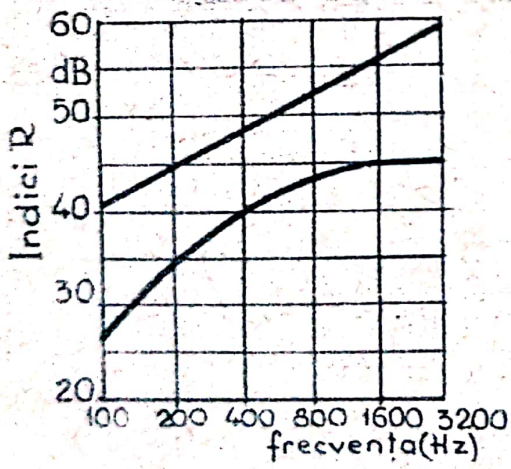


Fig.362

Verificarea indicelui de izolare acustică a unui perete despărţitor între două camere ale unui apartament

e) <u>Influenţa uşii asupra gradului de izolare a peretelui despărţitor</u>

Indicele de atenuare acustică a unui perete prevăzut cu fereastră sau uşă, se calculează cu expresia:

$$R_t = R_1 - 10 \log \frac{\frac{S_1}{S_2} + 10^{\frac{R_1 - R_2}{10}}}{1 + \frac{S_1}{S_2}}$$

în care:

- R_t, indicele total de atenuare a peretelui, în dB;
- R_1, indicele de atenuare acustică a peretelui fără tîmplărie, în dB;
- R_2, indicele de atenuare a uşii, în dB;
- S_1, suprafaţa peretelui fără tîmplărie, în m^2;
- S_2, suprafaţa uşii din perete, în m^2.

Practic se poate folosi relaţia simplificată:

$$R_1 = R_2 + 10 \log \frac{S_1}{S_2}$$

în care:

- R_2, indicele de atenuare acustică a tîmplăriei, care conform STAS 5156/68 prezintă valoarea $R_2 = 25$ dB.

Se consideră, fig. 362 , $S_1 = 12\ m^2$; $S_2 = 1,90\ m^2$

Se obţine:

$$R_t = 25 + 10 \log 6,4 = 25 + 8 = 33 \text{ dB}$$

Conform STAS 6156/68, valoarea indicelui global de atenuare acustică a peretelui, este $R_{ad} = 30$ dB (abel 16, curs F. termica şi Acustica clădirilor).

Se constată inegalitatea:

$$R_t = 33 \text{ dB} > R_{ad} = 30 \text{ ad}$$

f) <u>Influenţa absorbţiei acustice din încăpere</u>

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică, trebuie să se ia în considerare şi absorbţia sonoră din încăpere.

In acest caz, gradul efectiv de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S}$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică corectat, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică fără influența absorbției, în dB;
- A, absorbția acustică totală a încăperii, în m^2;
- S, suprafața elementului de construcție pentru care se determină gradul de izolare fonică, în m^2.

Valorile indicilor de izolare fonică, se consideră valori medii pentru frecvența de 500 Hz, care este media geometrică a frecvențelor de 50 Hz și 5000 Hz. Valoarea absorbției este: Pereți: $S = 48\ m^2$; $\alpha = 0,02$ (tencuială netedă)

Tavan : $S = 16\ m^2$; $\alpha = 0,02$

Pardoseală: $S = 16\ m^2$; $\alpha = 0,07$ (parchet)

$$A = \sum \alpha_i . S_i$$

$A = 0,02 \times 48 + 0,02 \times 16 + 0,07 \times 16 = 2,30\ m^2$

Pentru $D_{ef} = 47$ dB, se obține

$$D'_{ef} = 47 + 10 \log \frac{2,30}{12} = 47 + 10 \log 0,196 = 47 - 7,1 = 39,9 \text{ dB}$$

$$D'_{ef} = 39,9 \text{ dB}$$

Exemplul 4. Să se verifice capacitatea de izolare acustică la zgomot aerian, a peretelui despărțitor între două apartamente, din zidărie de cărămidă plină de 25 cm grosime.

a) Stabilirea gradului necesar de izolare fonică, a peretelui despărțitor între două apartamente

Gradul de izolare fonică necesar al pereților despărțitori este conform STAS 6156/68:

$$D_{nec} = 53 \text{ dB}$$

b) Calculul indicelui efectiv global de izolare acustică

Indicele efectiv de izolare acustică a peretelui este funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie şi se poate estima cu relaţia:

$$D_{ef} = 20 \log q$$

Pentru peretele despărţitor din zidărie de cărămidă de 25 cm grosime, avînd greutatea $q = 450$ kg/m^2, indicele efectiv global de izolare fonică prezintă valoarea:

$$D_{ef} = 20 \log 450 = 20 \times 2,65321 = 53,2 \text{ dB}$$

c) <u>Verificarea condiţiei privind izolarea acustică a peretelui despărţitor</u>

Se constată inegalitatea:

$$D_{ef} = 53,2 \text{ dB} > D_{nec} = 53 \text{ dB}$$

d) <u>Verificarea indicelui de izolare acustică în benzi de frecvenţă de 100...3200 Hz</u>

Indicele de izolare acustică, funcţie de frecvenţă, se calculează cu expresia:

$$D_{ef} = 18 \log q + 12 \log f - 25$$

în care:

- f, frecvenţa în benzi de o octavă, exprimată în Hz.

Valorile D_{ef} pentru frecvenţele 100...3200 Hz sînt:

$f_1 = 100$ Hz	$f_4 = 800$ Hz
$D_1 = 46,7$ dB	$D_4 = 57,7$ dB
$f_2 = 200$ Hz	$f_5 = 1600$ Hz
$D_2 = 50,3$ dB	$D_5 = 61,2$ dB
$f_3 = 400$ Hz	$f_6 = 3200$ Hz
$D_3 = 54,0$ dB	$D_6 = 64,7$ dB

Izolarea fonică între două apartamente se consideră asigurată dacă indicele de izolare fonică al peretelui despărţitor, D_{ef} măsurat pentru un număr suficient de frecvenţe, prezintă conform STAS 6156/68, valorile:

Scanned with OKEN Scanner

- 35 dB în gama 100..... 500 Hz
- 45 dB în gama 500.....1500 Hz
- 55 dB în gama 1500.....3200 Hz

Comparînd valorile efective $D_1 \ldots D_6$, cu valorile admisibile date de STAS 6156/68, funcţie de frecvenţă, se constată că există inegalitatea: $D_{ef} > D_{ad}$

f) Influenţa absorbţiei acustice din încăpere

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică trebuie să se ia în considerare şi absorbţia sonoră din încăperi.

La acest caz, gradul efectiv de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S}$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică corectat, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică, fără influenţe absorbţiei, în dB;
- A, absorbţia acustică totală a încăperii, în m^2;
- S, suprafaţa elementului de construcţie pentru care se determină gradul de izolare fonică, în m^2;

Valorile indicilor de izolare fonică, se consideră valori medii pentru frecvenţa de 500 Hz, care este media geometrică a frecvenţelor de 50 Hz şi 5000 Hz.

Pentru calculul absorbţiei acustice se consideră:

Pereţi : $S = 48\ cm^2$; $\alpha = 0,02$ (tencuială netedă)

Tavan : $S = 16\ cm^2$; $\alpha = 0,02$

Pardoseală: $S = 16\ cm^2$; $\alpha = 0,07$ (parchet)

$$A = \sum \alpha_i . S_i$$

$A = 0,02 \times 48 + 0,02 \times 16 + 0,07 \times 16 = 2,30\ m^2$.

Pentru $D_{ef} = 53,2$ dB, se obţine:

$$D'_{ef} = 53,2 + 10 \log \frac{2,30}{12} = 53,2 + 10 \log 0,196 = 53,2 - 7,1 = 46,1 \text{ dB}$$

$$D'_{ef} = 46,1 \text{ dB}$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 5. Să se verifice capacitatea de izolare acustică la zgomotul aerian, a peretelui despărţitor între două apartamente, din beton armat de 14 cm grosime.

a) Stabilirea gradului necesar de izolare fonică a peretelui despărţitor între două apartamente.

Gradul de izolare fonică necesar al pereţilor despărţitori la construcţii social-culturale este conform STAS 6156/68:

$$D_{nec} = 53 \text{ foni}$$

b) Calculul indicelui efectiv global de izolare acustică. Indicele efectiv de izolare acustică a peretelui este funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie şi se poate estima cu relaţia:

$$D_{ef} = 20 \log q$$

Pentru peretele despărţitor din beton armat de 14 cm grosime, având greutatea $q = 336 \text{ kg/m}^2$, indicele efectiv global de izolare fonică prezintă valoarea:

$$D_{ef} = 20 \log 336 = 20 \times 2{,}52634 = 50{,}2 \text{ dB}$$

c) Verificarea condiţiei privind izolarea peretelui despărţitor:

Se constată inegalitatea:

$$D_{ef} = 50{,}2 \text{ dB} < D_{nec} = 53 \text{ foni}$$

d) Verificarea indicelui de izolare acustică în benzi de frecvenţă de 100...3200 Hz.

Indicele de izolare acustică, funcţie de frecvenţă, se calculează cu expresia:

$$D_{ef} = 18 \log q + 12 \log f - 25$$

în care:

- f, frecvenţa în benzi de o octavă, exprimată în Hz.

Valorile D_{ef} pentru frecvenţele 100...3200 Hz, sînt:

f_1 = 100 Hz	f_4 = 800 Hz
D_1 = 44,5 dB	D_4 = 55,5 dB
f_2 = 200 Hz	f_5 = 1600 Hz
D_2 = 48,1 dB	D_5 = 59,0 dB
f_3 = 400 Hz	f_6 = 3200 Hz
D_3 = 51,7 dB	D_6 = 62,5 dB

Izolarea fonică între două apartamente se consideră asigurată dacă indicele de izolare fonică al peretelui despărțitor, D_{ef}, măsurat pentru un număr suficient de frecvențe, prezintă conform STAS 6156/68, valorile:

- 35 dB în gama 100.....500 Hz
- 45 dB în gama 1500....1500 Hz
- 55 dB în gama 1500....3200 Hz

Comparînd valorile efective $D_1 \ldots D_6$, cu valorile admisibile date de STAS 6156/68, funcție de frecvență, se constată că există inegalitatea:

$$D_{ef} > D_{ad}$$

f) Influența absorbției acustice din încăpere

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică trebuie să se ia în considerare și absorbția sonoră din încăpere. In acest caz, gradul efectiv de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S}$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică corectat, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică, fără influența absorbției, în dB;
- A, absorbția acustică totală a încăperii, în m^2;
- S, suprafața elementului de construcție, pentru care

se determină gradul de izolare fonică, în m^2.

Valorile indicilor de izolare fonică, se consideră valori medii pentru frecvența de 500 Hz, care este media geometrică a frecvențelor de 50 Hz și 5000 Hz.

Pentru calculul absorbției acustice se consideră:

Pereți: $S = 48\ m^2$; $\alpha = 0,02$ (pt. tencuială netedă)

Tavan; $S = 16\ m^2$; $\alpha = 0,02$

Pardoseală; $S = 16\ m^2$; $\alpha = 0,07$ (parchet)

$$A = \sum \alpha_i . S_i$$

$$A = 0,02 \times 48 + 0,02 \times 16 + 0,07 \times 16 = 2,30\ m^2$$

Pentru $D_{ef} = 50,2$ dB, se obține:

$$D'_{ef} = 50,2 + 10 \log \frac{2,30}{12} = 50,2 + 10 \log 0,196 = 50,2 - 7,1 = 43,1 \text{ dB}$$

$$D'_{ef} = 43,1 \text{ dB}$$

Exemplul 6. Să se verifice capacitatea de izolare acustică la zgomot aerian, a peretelui despărțitor între două apartamente, având structura prezentată în fig.363.

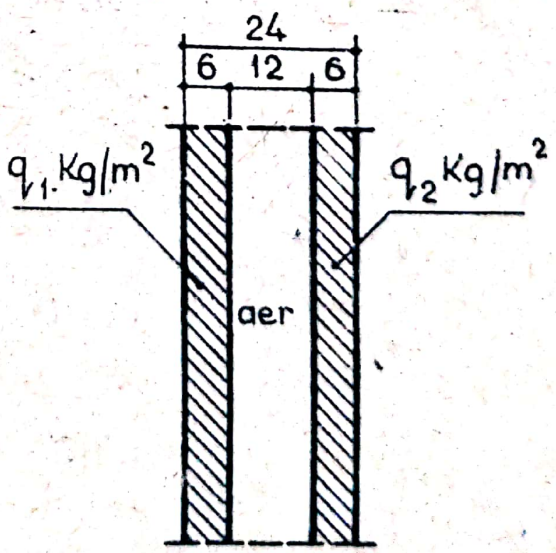


Fig.363
Structura peretelui despărțitor între două apartamente

a) Stabilirea gradului necesar de izolare fonică, a peretelui despărţitor între două apartamente.

Gradul de izolare fonică necesar al pereţilor despărţitori este conform STAS 6156/68:

$$D_{nec} = 53 \text{ dB}$$

b) Calculul indicelui efectiv global de izolare acustică.

Indicele efectiv de izolare acustică a peretelui este funcţie de greutatea pe m^2 a elementului de construcţie şi se poate estima cu relaţia:

$$D_{ef} = 23 \log (q_1 + q_2) - 9 +$$

în care:

- q_1 şi q_2, greutăţile straturilor peretelui, în kg/m^2
- ΔD , aportul de izolare fonică a stratului de aer în funcţie de grosime, conform datelor din diagrama Dürgammer-Kammerer.

$$q_1 = q_2 = 108 \text{ kg/m}^2$$

Pentru evitarea fenomenelor de rezonanţă grosimea stratului de aer la structură de perete cu 2 straturi, de masă egală, se va lua:

$$d_{aer.min} = \frac{1,0}{q} = \frac{1,0}{216} = 0,0046 \text{ m}$$

Grosimea optimă a stratului de aer este de 12 cm.

Din diagrama Dürgammer-Kammerer, rezultă funcţie de grosimea stratului de aer, sporul de izolare fonică a stratului de aer: $\Delta D = 12$ dB.

Cu datele existente putem calcula indicele efectiv de izolare acustică.

$D_{ef} = 23 \log 216 - 9 + 12 = 23 \times 2,33445 + 3 = 53,5+3 = 56,5$ dB

c) Verificarea condiţiei privind izolarea acustică a peretelui despărţitor

Se constată inegalitatea:

$$D_{ef} = 56,5 \text{ dB} > D_{nec} = 53 \text{ dB}$$

d) Determinarea frecvenței de rezonanță

La pereți cu lamelă de aer se va calcula frecvența de rezonanță a peretelui dublu cu relația:

$$f_{rez} = \frac{120}{\sqrt{q \cdot d_{aer}}}$$

în care:

- q, masa totală a peretelui despărțitor din 2 straturi egale, în kg/m^2;
- d_{aer}, grosimea lamelei de aer, în m;

$$f_{rez} = \frac{120}{\sqrt{216x0,12}} = \frac{120}{\sqrt{26}} = \frac{120}{5,1} = 23,6 \text{ Hz}$$

Eficiența izolării fonice a elementului de construcție compus este asigurată pentru valori superioare frecvenței limită, definită de relația:

$$f_{lim} = \sqrt{2} \cdot f_{rez}$$

$$f_{lim} = \sqrt{2} \times 23,6 = 33,27 \text{ Hz}$$

e) Verificarea indicelui de izolare acustică în benzi de frecvență de 100...3200 Hz.

Indicele de izolare acustică, funcție de frecvență, se calculează cu expresia:

$$D_{ef} = 18 \log q + 12 \log f - 25 + \Delta D$$

în care:

- $q = q_1 + q_2$; greutatea peretelui în kg/m^2;
- f, frecvența în benzi de o octavă, exprimată în Hz;
- ΔD, aportul de izolare fonică a stratului de aer, funcție de grosimea stratului de aer, în m.

Valorile D_{ef} pentru frecvențele de 100....3200 Hz, sînt:

f_1 = 100 Hz	f_4 = 800 Hz
D_1 = 53 dB	D_4 = 64 dB
f_2 = 200 Hz	f_5 = 1600 Hz
D_2 = 56,6 dB	D_5 = 67,5 dB
f_3 = 400 Hz	f_6 = 3200 Hz
D_3 = 60 dB	D_6 = 71 dB

Izolarea fonică între două apartamente se consideră asigurată dacă indicele de izolare fonică al peretelui despărțitor, D_{ef}, măsurat pentru un număr suficient de frecvențe, prezintă conform STAS 6156/68, valorile:

- 35 dB în gama 100....3200 Hz
- 45 dB în gama 500.....1500 Hz
- 55 dB în gama 1500....3200 Hz

Comparînd valorile efective $D_1....D_6$, cu valorile admisibile date de STAS 6156/68, funcție de frecvență, se constată că există inegalitatea:

$$D_{ef} > D_{ad}$$

f) <u>Influențe absorbției acustice din încăpere</u>

Pentru evaluarea gradului real de izolare fonică trebuie să se ia în considerare și absorbția sonoră din încăpere. In acest caz, gradul efectiv de izolare fonică rezultă:

$$D'_{ef} = D_{ef} + 10 \log \frac{A}{S}$$

în care:

- D'_{ef}, gradul de izolare fonică corectat, în dB;
- D_{ef}, gradul de izolare fonică, fără influența absorbției, în dB;
- A, absorbția acustică totală a încăperii, în m^2;

- S, suprafaţa elementului de construcţie pentru care se determină gradul de izolare fonică, în m^2.

Valorile de izolare fonică, se consideră valori medii pentru frecvenţa de 500 Hz, care este media geometrică a frecvenţelor de 50 Hz şi 5000 Hz.

Pentru calculul absorbţiei acustice se consideră:

Pereţi: $S = 48\ m^2$; $\alpha = 0,02$ (tencuială netedă)

Tavan: $S = 16\ m^2$; $\alpha = 0,02$

Pardoseală: $S = 16\ m^2$; $\alpha = 0,07$ (parchet)

$$A = \sum \alpha_i . S_i$$

$$A = 0,02 \times 48 + 0,02 \times 16 + 0,07 \times 16 = 2,30\ m^2.$$

Pentru $D_{ef} = 56,5$ dB, se obţine:

$$D'_{ef} = 56,5 + 10 \log \frac{2,30}{12} = 56,5 + 10 \log 0,196 = 56,5 - 7,1 = 49,4 \text{ dB}$$

$$D'_{ef} = 49,4 \text{ dB}$$

B I B L I O G R A F I E

1. Berthier J. - Les points thermiques ou ponts thermiques. C.S.T.B. nr.42/334,1960,Paris.
2. Bonhomme A. - L'isolation thermiques,Paris, 1967.
3. Croiset M. - L'hygrothermiques dans le bâtiment, Paris, 1968.
4. D.I.N. 4109 - Schallschutz im Hochbau.
5. Ebinghaus H. - Der Hochbau. Fachbuchverlag Dr. Pfanneberg & Co, Gressen, 1956.
6. Eichler Fr. - Praktische Wärme im Hochbau.Verlag für Bauwesen, Berlin, 1964.
7. Eichler, F. - Schallschutz im Bauwesen. VEB Verlag Technik, Berlin, 1959.
8. Focşa Virgil - Higrotermica şi Acustica clădirilor, ediţie II-a, Litografia Institutului politehnic Iaşi, 1970.
9. Focşa V., Radu A., - Indrumător pentru lucrări de laborator la Clădiri civile şi industriale. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.
10. Focşa V., ş.a. - Construcţii de zidărie şi beton, vol. II, Litografia Institutului politehnic Iaşi, 1957.
11. Frick-Knoll - Baukonstrucktionslehre, Teil 1,2, Stuttgart, 1956.
12. Negoiţă A. - Materiale moderne în construcţii. Ed.tehnică, Bucureşti, 1960.

13. Negoiță A., Dimitriu Vîlcea E., Rădulescu A. - Pereți exteriori din materiale noi eficiente termic, pentru clădiri de locuit. Revista Construcțiilor și a materialelor de construcții, nr.7/1960, București.

14. R.E.E.F. 58 - Recueil des éléments utiles à établissement et à l'éxecution des projets et marchés des bâtiments en France, vol.II, Sciences du Batiment, Section D.

15. Schmidt H. - Hochbaukonstruktionen, Otto Maier Verlag, Ravensburg, 1962.

16. Serk P. -V Vedenie v stroitelnfiu tehniki, Moskva, 1953.

17. STAS 6472/68 - Termotehnica în construcții. Principii fundamentale de proiectare.

18. STAS 6156/68 - Acustica în construcții. Protecția zgomotului în clădiri ci

19. Schaupp W. - Le mûr extérieur, Ed.Eyr. Paris.

20. Periodice: Revista construcțiilor și a Materialelor de construcții, Arhitecture d'aujourd'hui, Techniques et Architecture Isolations et Revêtements, Bâtir, Cahiers du Centre scientifique et technique du Bâtiment, Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, Buildings, Bautechnik, Génie Civil, Maison, Pozemni Stavby, Stroitelstvo, Travaux.

- ..... -

TABLA DE MATERIE

Pagina

Introducere. 3

P E R E T I

1. Consideraţii generale. 6
2. Condiţiile pereţilor. 9
3. Acţiunile exterioare asupra pereţilor 9
   3.1. Acţiuni fizice. 10
   3.2. Acţiuni chimice 13
4. Clasificarea pereţilor. 14
   4.1. După natura materialului folosit 16
   4.2. După rolul în construcţie. 17
   4.3. După poziţia şi funcţiunea pereţilor în clădire. 22
   4.4. După sistemul constructiv şi condiţiile de industrializare. 24
5. Structuri de pereţi . . . . . .
   5.1. Pereţi din zidării ceramice. 30
6. Pereţi din blocuri mici de beton. 36
7. Pereţi din blocuri mari. . . . . .
   7.1. Aspecte generale. 40
   7.2. Sistemul constructiv. 41
   7.3. Materiale pentru blocuri 44
   7.4. Tipuri de blocuri. 44
   7.5. Scheme de pereţi 46
   7.6. Imbinări. 50

Scanned with OKEN Scanner

8. Pereţi despărţitori autoportanţi interior

8.1. Generalităţi. 53

8.2. Sisteme constructive. 54

9. Pereţi de umplutură. 62

10. Pereţi de demisol sau subsol 65

11. Pereţi cortină. 71

12. Pereţi din beton monolit

12.1. Consideraţii generale. 81

12.2. Evoluţia acestui sistem constructiv. 82

12.3. Construcţii din beton uşor în R.S.România. . . 83

12.4. Pereţi din beton monolit greu în cofraj glisant 91

13. Construcţii din panouri mari

13.1. Consideraţii generale. 108

13.2. Evoluţia construcţiilor din panouri mari . . . 108

13.3. Sisteme constructive 112

13.4. Tipuri de panouri mari 115

13.5. Toleranţe admisibile la panouri mari 117

13.6. Îmbinări. 120

13.7. Etanşeitatea rosturilor 123

13.8. Îmbinările panourilor mari în R.S.România. . . 124

13.9. Panouri mari ceramice. 128

14. Elemente spaţiale. 132

15. Calculul static şi de rezistenţă al pereţilor

15.1. Modul de solicitare. 135

15.2. Rigiditatea pereţilor şi a stîlpilor 139

15.3. Rigiditatea spaţială a clădirilor. 142

15.4. Calculul static al structurilor rigide 144

15.5. Solicitări din acţiunea vîntului. 149

15.6. Acţiunea indirectă a vîntului. 150

15.7. Calculul la forţele seismice 153

15.8. Verificarea secţiunilor. 156
15.9. Calculul pereţilor de subsol 159
15.10. Calculul static şi de rezistenţă al structurilor din panouri mari. 162
15.11. Caracteristicile hidrotermice ale pereţilor. . 165
15.12. Izolarea acustică a pereţilor la zgomot aerian. 203
16. Elemente constructive ale pereţilor. 227
16.1. Elementele golurilor pentru ferestre şi uşi. . 228
16.2. Buiandrugi. 236
16.3. Ancorarea pereţilor. 258
16.4. Centuri. 267
16.5. Coşuri de fum şi de ventilaţie 275
16.6. Cornişe şi aticuri. 286
17. Soclul pereţilor. 299
18. Rosturi de deformaţie. 305

EXEMPLE DE CALCUL

A. Calculul static şi de rezistenţă al pereţilor
Exemplul 1. 315
Exemplul 2. 335
B. Caracteristicile higrotermice ale pereţilor
Exemplul 1. 343
Exemplul 2. 347
Exemplul 3. 351
Exemplul 4. 353
Exemplul 5. 360
Exemplul 6. 365
Exemplul 7. 368
Exemplul 8. 374
Exemplul 9. 376

Scanned with OKEN Scanner

C. Calculul capacității de izolare acustică la zgomotul aerian

Exemplul 1. 380

Exemplul 2. 385

Exemplul 3. 389

Exemplul 4. 392

Exemplul 5. 395

Exemplul 6. 397

Bibliografie. 402